ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

15e SESSION



NANCY

1886


COLLECTION
QUARRÉ-REYBOURBON
LILLE

ASSOCIATION
FRANÇAISE
POUR
L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Une table des matières est jointe à chacune des parties du Compte rendu de la session de Nancy ; une table analytique *générale* par ordre alphabétique termine la 2e partie.

Dans cette table les nombres qui sont placés après l'astérisque se rapportent aux pages de la 2e partie.

NANCY, IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT ET Cie.

ASSOCIATION
FRANÇAISE
POUR
L'AVANCEMENT DES SCIENCES

COMPTE RENDU DE LA 15e SESSION

NANCY
— 1886 —

SECONDE PARTIE
NOTES ET MÉMOIRES



PARIS
AU SECRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION
4, RUE ANTOINE-DUBOIS, 4
ET CHEZ M. GEORGES MASSON, LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

—

1887

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

NOTES ET MÉMOIRES

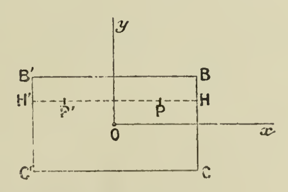
M. Émile MATHIEU

Professeur à la Faculté des sciences de Nancy.

MOUVEMENT PERMANENT DE L'ÉLECTRICITÉ DANS UNE PLAQUE RECTANGULAIRE.

— *Séance du 13 août 1886.* —

La plaque rectangulaire est supposée homogène et d'épaisseur constante. Le courant arrive par l'électrode P et sort par l'électrode P′; P et P′ sont symétriques par rapport à une droite menée par le centre, parallèlement à un des côtés du rectangle.



Mettons l'origine des coordonnées au centre o et prenons les axes des x et y parallèles aux côtés a et b.

Le potentiel V satisfait à l'intérieur du rectangle à l'équation :

$$\frac{d^2V}{dx^2}+\frac{d^2V}{dy^2}=0, \qquad (1)$$

et il satisfait de plus aux conditions suivantes. On a :

$$\frac{dV}{dx}=0 \quad \text{pour } x=\pm\frac{a}{2}, \tag{2}$$

$$\frac{dV}{dy}=0 \quad \text{pour } y=\pm\frac{b}{2}; \tag{3}$$

V est infini comme $C \log r$ au point P ou (x', y') et infini comme $-C \log r$ au point P′ ou $(-x', y')$; r étant la distance du point (x, y) au point P ou P′.

Partageons le rectangle en deux parties par la droite PP′ prolongée jusqu'en H et H′. Désignons par V_1 et V_2 la valeur de la fonction V dans les bandes BHH′B′ et CHH′C′.

Posons :

$$m=\frac{p\pi}{a},$$

p étant un nombre entier impair. Prenons pour la fonction V dans les deux bandes les expressions suivantes :

$$V_1=\sum_{p=1}^{\infty} A_p \cos hm\left(\frac{b}{2}-y\right) \cos hm\left(\frac{b}{2}+y'\right) \sin mx \sin mx',$$

$$V_2=\sum_{p=1}^{\infty} A_p \cos hm\left(\frac{b}{2}+y\right) \cos hm\left(\frac{b}{2}-y'\right) \sin mx \sin mx',$$

les coefficients A_p étant à déterminer.

Ces expressions satisfont déjà à l'équation (1) et aux conditions (2) et (3).

Ces deux expressions doivent se ressouder le long de la droite HH′, en sorte que V et toutes ses dérivées varient d'une manière continue à travers HH′, et pour cela il suffit de satisfaire aux deux conditions :

$$V_2=V_1 \quad \text{pour } y=y',$$

$$\frac{dV_2}{dy}=\frac{dV_1}{dy} \quad \text{pour } y=y'.$$

La première de ces deux conditions est déjà remplie et nous n'avons plus qu'à satisfaire à la seconde.

Posons :

$$\sin mx \sin mx' = T,$$

nous aurons :

$$V_1=\frac{1}{2}\sum_{p=1}^{\infty} A_p \Big[\cos hm\,(b-y+y')+\cos hm\,(y+y')\Big] T,$$

$$V_2=\frac{1}{2}\sum_{p=1}^{\infty} A_p \Big[\cos hm\,(b+y-y')+\cos hm\,(y+y')\Big] T$$

et

$$\frac{dV_1}{dy}=\frac{1}{2}\sum_{p=1}^{\infty} mA_p\left[-\sin hm(b-y+y')+\sin hm(y+y')\right]T,$$

$$\frac{dV_2}{dy}=\frac{1}{2}\sum_{p=1}^{\infty} mA_p\left[\sin hm(b+y-y')+\sin hm(y+y')\right]T.$$

Supposons y très peu différent de y' et faisons, dans la dérivée de V_1, $y=y'+\varepsilon$ et, dans la dérivée de V_2, $y=y'-\varepsilon$; alors, en négligeant une quantité évidemment nulle à la limite $\varepsilon=0$, nous aurons :

$$\frac{dV_2}{dy}-\frac{dV_1}{dy}=\sum_{p=1}^{\infty} mA_p \sin hm(b-\varepsilon)\,T.$$

Posons :

$$mA_p=\frac{D}{\sin h\,(mb)},$$

D étant une constante et nous aurons :

$$\frac{dV_2}{dy}-\frac{dV_1}{dy}=D\Sigma\frac{\sin h\big(m(b-\varepsilon)\big)}{\sin h\,(mb)}T.$$

Or on a :

$$\frac{\sin h\big(m(b-\varepsilon)\big)}{\sin h\,(mb)}=e^{m\varepsilon}-(e^{m\varepsilon}-e^{-m\varepsilon})\frac{e^{-mb}}{1-e^{-2mb}},$$

$$T=\frac{1}{2}\cos m(x-x')-\frac{1}{2}\cos m(x+x');$$

donc, en négligeant une partie qui s'annule évidemment pour $\varepsilon=0$, il reste :

$$\frac{dV_2}{dy}-\frac{dV_1}{dy}=\frac{D}{2}\Sigma e^{-m\varepsilon}\left[\cos m(x-x')-\cos m(x+x')\right].$$

On a ensuite :

$$e^{-\varepsilon}\cos\alpha+e^{-3\varepsilon}\cos 3\alpha+e^{-5\varepsilon}\cos 5\alpha+\ldots=\frac{1}{4}\frac{(e^{\varepsilon}-e^{-\varepsilon})\cos 2\alpha}{e^{2\varepsilon}+e^{-2\varepsilon}-2\cos 2\alpha},$$

et cette expression tend vers zéro quand ε est infiniment petit. On a donc, à la limite $\varepsilon=0$,

$$\frac{dV_2}{dy}=\frac{dV_1}{dy}.$$

Vérifions maintenant que la fonction V satisfait à la condition de l'infini au point (x', y'). Faisons dans V_1 :

$$x=x'+\rho,\qquad y=y'+\rho_1,\qquad r=\sqrt{\rho^2+\rho_1^2},$$

ρ et ρ_1 étant extrêmement petits et ρ_1 étant positif. Nous aurons :

$$V_1 = \frac{D}{2} \sum_{p=1}^{\infty} \frac{1}{m \sin h\,(mb)} \left[\cos hm\,(b - \rho_1) + \cos hm\,(2y' + \rho_1)\right]$$
$$\times \sin mx'\,(\sin mx' \cos m\rho + \cos mx' \sin m\rho).$$

En supprimant dans V_1 des parties qui ne peuvent devenir infinies, on a :

$$V_1 = \frac{Da}{2\pi} \sum_{p=1}^{\infty} \frac{1}{p} \frac{\cos hm\,(b - \rho_1)}{\sin h\,(mb)} \sin^2 mx' \cos m\rho.$$

On a ensuite :

$$\frac{\cos h\left(m\,(b - \rho_1)\right)}{\sin h\,(mb)} = e^{-m\rho_1} + \frac{e^{-mb} \cos h\,(m\rho)}{\sin h\,(mb)},$$
$$\sin^2 mx' = \frac{1}{2}\,(1 - 2 \cos mx')$$

et l'on peut encore réduire V_1 à :

$$V_1 = \frac{Da}{4\pi} \sum_{p=1}^{\infty} \frac{1}{p} e^{-m\rho_1} \cos m\rho, \qquad (p = 1, 3, 5. \;.\;.\;.)$$

Or, on trouve facilement :

$$\sum_{p=1}^{\infty} \frac{1}{p} e^{-m\rho_1} \cos m\rho = -\log \sqrt{\rho^2 + \rho_1^{\,2}} - \log \frac{\pi}{2b}.$$

Donc, pour que V_1 se réduise à $C \log r$ aux environs du point P, il faut faire :

$$-\frac{Da}{4\pi} = C \qquad \text{ou} \qquad D = -\frac{4\pi C}{a}.$$

On a donc :

$$A_p = -\frac{4C}{p \sin h\,(mb)}$$

et les valeurs de V_1 et V_2 deviennent :

$$V_1 = -4C \sum_{p=1}^{\infty} \frac{1}{p} \frac{\cos h\left(m\left(\frac{b}{2} - y\right)\right)}{\sin h\,(mb)} \cos hm\left(\frac{b}{2} + y'\right) \sin mx \sin mx',$$

$$V_2 = -4C \sum_{p=1}^{\infty} \frac{1}{p} \frac{\cos h\left(m\left(\frac{b}{2} + y\right)\right)}{\sin h\,(mb)} \cos hm\left(\frac{b}{2} - y'\right) \sin mx \sin mx'.$$

Représentons les lignes de courant par :

$$\psi = \text{const.},$$

la fonction ψ est donnée par les deux équations :

$$\frac{d\psi}{dx}=\frac{dV}{dy}, \qquad \frac{d\psi}{dy}=-\frac{dV}{dx}.$$

En supprimant un facteur constant, on obtient pour la fonction ψ dans les deux bandes :

$$\psi_1=\sum_{p=1}^{\infty}\frac{1}{p \sin h\,(mb)}\cos hm\left(\frac{b}{2}+y'\right)\sin mx' \times \sin hm\left(\frac{b}{2}-y\right)\cos mx,$$

$$\psi_2=\sum_{p=1}^{\infty}\frac{1}{p \sin h\,(mb)}\cos hm\left(\frac{b}{2}-y'\right)\sin mx' \times \sin hm\left(\frac{b}{2}+y\right)\cos mx.$$

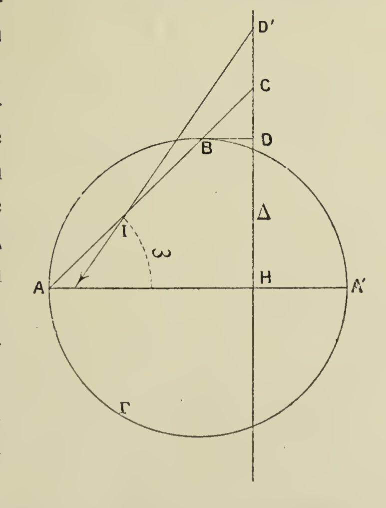
M. G. de LONGCHAMPS

Professeur de mathématiques spéciales au lycée Charlemagne, à Paris.

LES POINTS D'INFLEXION DANS LES CUBIQUES CIRCULAIRES UNICURSALES DROITES

— *Séance du 13 août 1886.* —

1. J'ai indiqué, au dernier Congrès, une construction, points par points et tangentes par tangentes, des cubiques circulaires unicursales que je considère comme des conchoïdales relativement à une droite et à un cercle.



Je dois rappeler d'abord cette génération. Imaginons un cercle Γ et une droite Δ; par un point A pris sur Γ, on mène une transversale qui rencontre de nouveau Γ en B; AB rencontrant Δ en C, si l'on prend AI = BC [1], le lieu décrit par I est une cubique circulaire unicursale. Je rappelle aussi que la tangente au point I s'obtient en traçant la tangente en B jusqu'à sa rencontre en D avec Δ, en prenant CD' = DC et enfin en joignant D'I.

1. Pour bien préciser la génération en question, il faut qu'il soit entendu que AI est non seulement égal mais encore *équipollent* à BC.

2. De cette génération si simple, par points et par tangentes, des cubiques circulaires unicursales, on peut déduire, comme nous allons le montrer, une détermination des points d'inflexion de ces courbes.

Nous nous occuperons uniquement des cubiques circulaires droites qui correspondent au cas particulier où Δ est perpendiculaire sur le diamètre du point A.

En posant $AA' = d$, $AH = d'$, nous avons alors :

$$AB = d \cos \omega, \qquad AC = \frac{d'}{\cos \omega}$$

et la courbe lieu du point I correspond à l'équation :

$$\rho = -d \cos \omega + \frac{d'}{\cos \omega}. \tag{1}$$

Nous nous proposons de déterminer les points d'inflexion de cette courbe.

On sait que les coordonnées de ces points vérifient l'équation :

$$\rho^2 + 2\rho'^2 = \rho\rho'', \tag{2}$$

ainsi que (1). Nous allons former l'équation (2); mais, pour abréger un peu l'écriture, nous poserons :

$$\cos \omega = z.$$

Nous avons d'abord :

$$\rho' = d \sin \omega + \frac{d' \sin \omega}{\cos^2 \omega} \tag{3}$$

et, par conséquent :

$$\rho'^2 = \frac{1 - z^2}{z^4} (d' - dz^2)^2. \tag{4}$$

Calculons ρ''; l'équation (3) donne :

$$\rho'' = d \cos \omega + d' \frac{\cos^2 \omega + 2 \sin^2 \omega}{\cos^3 \omega},$$

ou

$$\rho'' = \frac{2d' - d'z^2 + dz^4}{z^3},$$

et, par suite :

$$\rho\rho'' = \frac{(d' - dz^2)(2d' - d'z^2 + dz^4)}{z^4}.$$

L'inconnue z est donc déterminée par la relation :

$$z^2(-d' + dz^2)^2 - 2(1 - z^2)(d' + dz^2)^2 = (d' - dz^2)(2d' - d'z^2 + dz^4).$$

En développant les calculs indiqués, on trouve, après réductions :

$$3d' = (-d + 4d') z^2.$$

Comme $z = \cos\omega$, on a finalement :

$$\cos 2\omega = \frac{2d' + d^*}{4d' - d}. \quad \text{(A)}$$

Un triangle rectangle dont l'hypoténuse est $4d' - d$ et dont l'un des côtés est égal à $2d' + d$, fait connaître l'angle 2ω. Il y a deux points d'inflexion situés symétriquement par rapport à l'axe ox; ces points sont réels ou imaginaires suivant que l'inégalité

$$\frac{(2d' + d)^2}{(-d + 4d')^2} \leqslant 1$$

est, ou non, vérifiée.

On voit ainsi que la condition de réalité pour les points d'inflexion est $d'(d' - d) \geqslant 0$.

3. L'interprétation géométrique de cette inégalité est évidente; les points d'inflexion sont imaginaires ou réels, suivant que la droite Δ considérée coupe ou non le cercle Γ; c'est-à-dire, suivant que la cubique considérée possède *un nœud* ou *un point double isolé*.

4. Mais nous nous proposons de retrouver le résultat précédent par des considérations purement géométriques qui constituent une application intéressante de la géométrie infinitésimale.

Nous démontrerons d'abord le théorème suivant, qui est presque évident de lui-même :

Si, sur une courbe U, *on considère un point d'inflexion* A, *le point* B *infiniment voisin et les tangentes en* A *et* B; *les deux droites sont coupées par une transversale quelconque* Δ *en deux points* α, β; *le segment* $\alpha\beta$ *est infiniment petit par rapport à la distance* AB.

Prenons Δ pour axe des y et soit :

$$y = f(x),$$

l'équation de U; en désignant par (x_0, y_0) les coordonnées du point d'inflexion A, la tangente inflexionnelle est représentée par :

$$y - y_0 = f'(x_0)[x - x_0]. \quad (1)$$

Désignons par $(x_0 + h, y_0 + k)$ les coordonnées du point B, infiniment voisin de A, l'équation

$$y - y_0 - k = f'(x_0 + h)[x - x_0 - h], \quad (2)$$

est celle de la tangente en B. Si nous faisons $x = 0$, dans les équations (1) et (2), nous avons :

$$0\alpha = y_0 - x_0 f'(x_0),$$

* Dans cette formule, on peut toujours supposer que d' est positif, en adoptant pour la direction positive de l'axe polaire celle de la semi-perpendiculaire abaissée de A sur Δ; quant à d, c'est une quantité positive ou négative, suivant la position du cercle Γ.

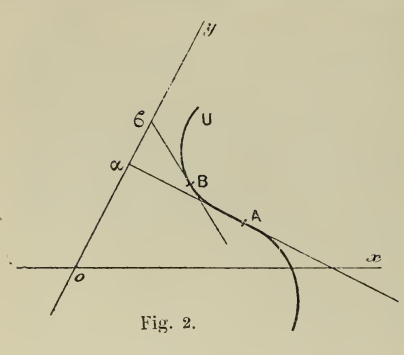


Fig. 2.

et

$$O\beta = y_0 + k - (x_0 + h) f'(x_0 + h).$$

De ces égalités, nous déduisons :

$$\alpha\beta = k - x_0 [f'(x_0 + h) - f'(x_0)] \\ - hf'(x_0 + h).$$

D'autre part, nous avons :

$$y_0 = f(x_0), \qquad y_0 + k = f(x_0 + h),$$

et, par suite :

$$k = f(x_0 + h) - f(x_0),$$

ou

$$k = hf'(x_0) + \frac{h^2}{2} f''(x_0 + \theta h). \qquad (0 < \theta < 1)$$

Nous avons donc :

$$\begin{aligned} \alpha\beta = {} & hf'(x_0) + \frac{h^2}{2} f''(x_0 + \theta h) \\ & - x_0 \left\{ hf''(x_0) + \frac{h^2}{2} f''(x_0 + \theta' h) \right\} \\ & - h \left\{ f'(x_0) + h f''(x_0 + \theta'' h) \right\}. \end{aligned} \qquad \begin{bmatrix} 0 < \theta' < 1 \\ 0 < \theta'' < 1 \end{bmatrix}$$

En réduisant et en observant que $f''(x_0)$ est nul, puisque A est un point d'inflexion, il vient :

$$\alpha\beta = \frac{h^2}{2} \left\{ f''(x_0 + \theta h) - x_0 f''(x_0 + \theta' h) - 2f''(x_0 + \theta'' h \right\}.$$

Cette égalité, dans laquelle h représente l'infiniment petit principal, prouve bien que $\alpha\beta$ est un infiniment petit du second ordre au moins.

Nous supposons, bien entendu, que la droite considérée Δ n'est pas parallèle à la tangente inflexionnelle, ce cas exceptionnel devant être évidemment rejeté.

5. Cette remarque étant faite, prenons un cercle Γ, une droite Δ et, par un point A, fixe sur Γ, menons des transversales mobiles sur lesquelles nous prenons :

$$AI = BC.$$

Soit B'AC' une transversale infiniment voisine de la première ; si nous menons aux points B et B' les tangentes à Γ, elles rencontrent Δ en des points M et M' et les tangentes à la cubique, aux points I, I' sont, d'après le théorème que nous avons rappelé au début de cette note, les droites IJ, I'J', obtenues en prenant les points JJ', de telle sorte que l'on ait :

$$CJ = CM, \qquad \text{et} \qquad C'J' = C'M'.$$

Nous avons donc :

$$CC' + C'J = CM' + MM',$$

et

$$C'J + JJ' = CC' + CM';$$

égalités qui donnent :

$$JJ' + MM' = 2CC',$$

ou

$$\frac{JJ'}{MM'} + 1 = \frac{2CC'}{MM'}. \qquad (1)$$

Posons maintenant :

$$IAI' = \varepsilon$$

et observons que les tangentes BM, B'M' se coupent en un point β tel que :

$$M\beta M' = BOB' = 2BAB' = 2\varepsilon.$$

Mais les rapports

$$\frac{CC'}{\sin\varepsilon}, \qquad \frac{II'}{\sin\varepsilon}, \qquad \frac{MM'}{\sin 2\varepsilon}$$

représentent respectivement les diamètres des cercles ACC', AII', MβM', d'où l'on conclut que :

$$CC', \qquad II', \qquad MM'$$

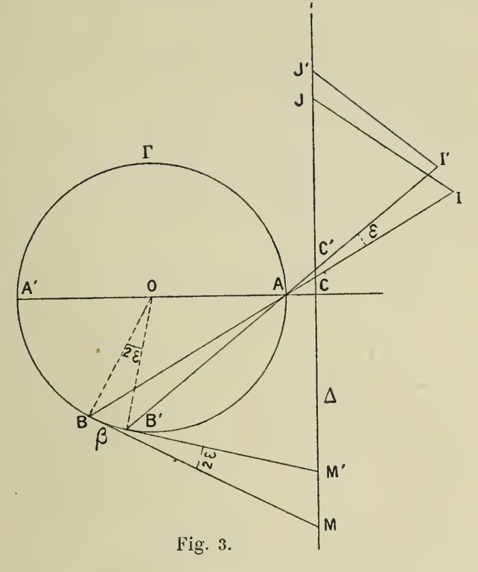


Fig. 3.

sont des infiniment petits *du même ordre*. On voit, en même temps, que si ε tend vers zéro, le rapport

$$\frac{2CC'}{MM'} = \frac{\frac{CC'}{\sin\varepsilon}}{\frac{MM'}{\sin 2\varepsilon}} \cdot \frac{2\sin\varepsilon}{\sin 2\varepsilon}$$

a pour limite le rapport des rayons des cercles U et V définis de la manière suivante :

U est le cercle qui passe par A et par C, tangentiellement à Δ ;

V représente la circonférence qui passe par B et par M, tangentiellement à Δ.

Revenons maintenant à l'égalité (1) et supposons que I soit le point d'inflexion cherché, alors JJ' est infiniment petit par rapport à II' et, par suite, par rapport à MM' ; en d'autres termes, nous avons :

$$\lim \frac{JJ'}{MM'} = 0,$$

et, par suite :

$$\lim\left(\frac{2CC'}{MM'}\right)=1.$$

Nous aboutissons donc au théorème suivant : *Dans les cubiques circulaires unicursales, les cercles* U *et* V, *définis comme nous venons de le dire, sont égaux, lorsque le point considéré sur la courbe est un point d'inflexion.*

6. La question qui nous occupe se trouve ainsi ramenée au problème suivant :

Étant donnés un cercle Γ, une droite Δ et, sur Γ, un point A ; mener par A une transversale BAC, de telle façon que les longueurs CO′ et MO″ soient égales.

Dans cette construction, CO′, MO″ sont perpendiculaires sur Δ ; de plus, on a élevé, pour déterminer les points O′ et O″, des perpendiculaires aux segments AC, BM en leurs points milieux. Enfin, BM est une tangente à Γ.

Cherchons donc à exprimer ω, en tenant compte de la propriété de la figure : CO′ = MO″.

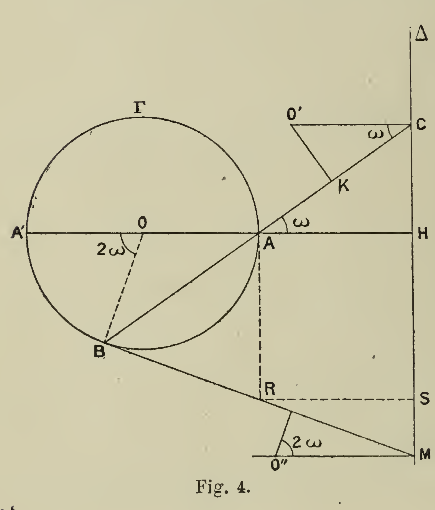


Fig. 4.

Nous posons :

$$AA'=d,\qquad AH=d'$$

et nous avons :

$$CO'=\frac{CK}{\cos\omega}=\frac{d'}{2\cos^2\omega},\tag{1}$$

puis

$$O''M=\frac{BM}{2\sin 2\omega}=\frac{BR+RM}{2\sin 2\omega}.$$

Mais nous pouvons écrire :

$$RM=\frac{RS}{\sin 2\omega}=\frac{d'}{\sin 2\omega},$$

et

$$BR=OB\operatorname{cotg}\omega=\frac{d\operatorname{cotg}\omega}{2};$$

par suite :

$$2O'M=\frac{d\cos\omega}{2\sin\omega\sin 2\omega}+\frac{d'}{\sin^2 2\omega}.\tag{2}$$

Comparons (1) et (2) et observons que CO′ = O″M, nous avons :

$$\frac{d'}{\cos^2\omega}=\frac{d}{\sin^2\omega}+\frac{d'}{\sin^2\omega\cos^2\omega}$$

et finalement :

$$\cos^2\omega = \frac{3d'}{4d'+d}; \qquad \text{d'où} \qquad \cos 2\omega = \frac{2d'-d}{4d'+d}.$$

C'est bien la formule (A) trouvée plus haut, du moins si l'on tient compte du signe de d dans la figure que nous avons adoptée et qui est disposée de façon à se prêter à un tracé commode des lignes nécessaires à la construction que nous avons en vue.

7. Voici maintenant, pour conclure, comment nous construisons les points d'inflexion des cubiques unicursales circulaires droites.

Prenons un cercle Γ, et, sur ce cercle, un point A ; par A, traçons une transversale rencontrant Γ en B et la droite fixe Δ, asymptote de la cubique, en C ; puis, prenons AI = BC ; le point I est situé sur la cubique proposée. Pour obtenir le point d'inflexion, la figure ci-dessous indique la construction que nous proposons et qui résulte de la formule que nous avons trouvée par deux voies différentes.

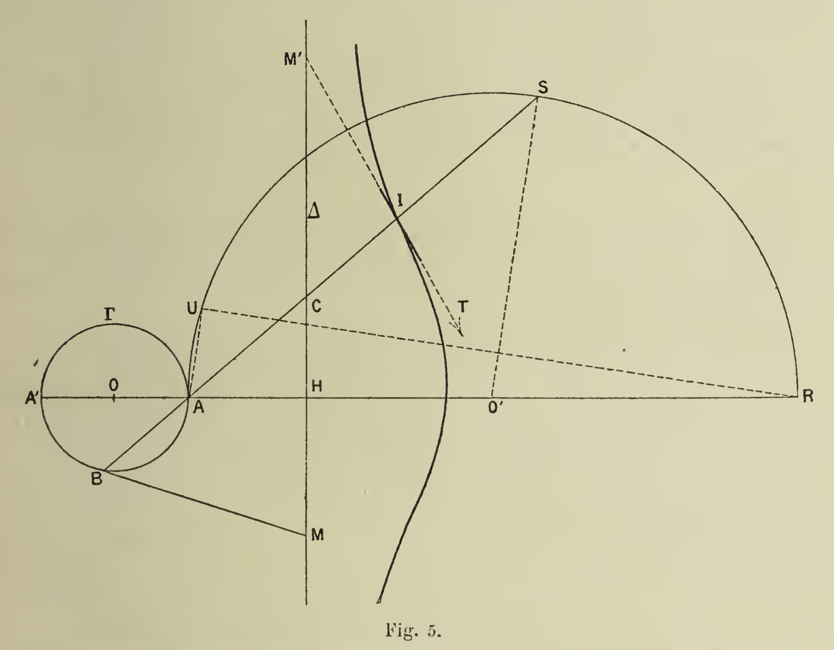


Fig. 5.

Sur AA', portons AR = 4AH + AA' et sur AR, décrivons un demi-cercle, puis prenons une corde AU égale à 2AH — AA' ; ayant joint RU, nous abaissons de O', milieu de AR, une perpendiculaire O'S sur cette droite RU. La droite AS rencontre Γ en B ; ayant pris CI = BA, I est le point d'inflexion.

Enfin, menons en B la tangente BM à Γ et prenons CM' = MC ; alors M'I est la tangente inflexionnelle cherchée.

M. Gaston TARRY

Receveur des Contributions, à Alger

et M. Joseph NEUBERG

Professeur à l'Université de Liège.

SUR LES POLYGONES ET LES POLYÈDRES HARMONIQUES

— *Séance du 13 août 1886.* —

L'*Association française pour l'avancement des sciences* a publié un grand nombre de communications se rapportant aux points et aux cercles de Lemoine et de Brocard, dans le plan du triangle. Le bon accueil fait à ces recherches, qui ont si puissamment contribué au développement de la géométrie du triangle, nous a engagés à présenter, au Congrès de Nancy, des études analogues sur les polygones et les polyèdres. Comme travaux préparatoires, nous croyons devoir citer les mémoires suivants :

Neuberg, *Mémoire sur le tétraèdre*, §§ 28-31, 40-44. (Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique, t. XXXVII, 1884.)

Tucker, *Some Properties of a Quadrilateral...* (*Proceedings of the London Mathematical Society*, vol. XVI.)

Neuberg, *Sur le Quadrilatère harmonique.* (*Mathesis*, t. V, 1885.)

J. Casey, *On the harmonic hexagon.* (*Proceedings of the Royal Irish Academy*, 1886.) Dans une note additionnelle, l'auteur traite des polygones harmoniques en général. M. Casey nous a donné connaissance du chapitre sur ces polygones qu'il se propose d'introduire dans une nouvelle édition [1] de son *A sequel to Euclid* ; ses procédés de démonstration diffèrent des nôtres, et nous donnons, de préférence, des propositions nouvelles.

Tarry, *Sur les figures semblablement associées* (en voie de publication dans *Mathesis*, t. VI).

I. — POLYGONES HARMONIQUES.

1. Projection antiparallèle [2]. — Soient A, B, C, D..., des points situés sur une même circonférence O ; leurs inverses A′, B′, C′, D′..., par rapport à un pôle de transformation S, que nous prenons d'abord dans le plan ABC, appartiennent à une seconde circonférence O′. Convenons de regarder comme éléments correspondants de deux figures

1. Cette édition a été publiée vers la fin de l'année 1886 (février 1887).
2. Comparez Chasles, *Traité de géométrie supérieure*, § 720.

φ et φ', les points A et A′, B et B′..., les droites AB et A′B′, BC et B′C′..., les tangentes menées aux cercles O et O′, respectivement en A et A′, B et B′.... *Les figures φ et φ' seront homologiques ;* l'axe d'homologie est l'axe radical des cercles O et O′; le module d'homologie est égal, en valeur absolue, au rapport des rayons. Par intersection ou par jonction des éléments existants de φ et φ', nous pouvons introduire de nouveaux éléments correspondants, et ceux-ci satisfont toujours aux conditions des figures homologiques.

Les relations entre les figures φ et φ' s'aperçoivent plus facilement, si l'on prend un pôle d'inversion extérieur au plan ABC et que l'on rabatte ensuite le plan A′B′C′ sur le plan ABC autour de la droite d'intersection de ces plans.

Le cas particulier de l'homologie plane ou de la projection centrale que nous venons d'indiquer, peut être désigné par la dénomination de *projection* ou de *perspective antiparallèle.*

2. Projection harmonique. — Sans nuire à la généralité, nous prendrons le pôle de transformation S dans le plan ABC, et la puissance d'inversion égale à la puissance de S par rapport au cercle O. Alors les points A′, B′, C′... seront les secondes intersections de la circonférence O avec les droites SA, SB, SC.... Les figures φ et φ' auront pour axe d'homologie la polaire σ de S. Deux points homologues sont, maintenant, séparés harmoniquement par S et σ.

Pour abréger le discours, nous dirons, dans ce cas, que φ' est une *projection harmonique* de φ. Le cercle O prendra la dénomination de *cercle principal.*

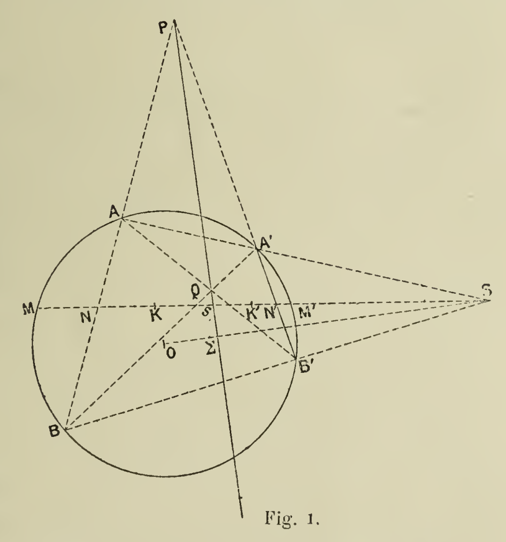


Fig. 1.

3. Symédiane et centre de similitude de deux cordes d'un cercle. — Soient AB, A′B′ deux cordes quelconques d'un cercle O (fig. 1), P leur point de concours, Q et S les points d'intersection des droites AB′ et A′B, AA′ et BB′. Les triangles QAB, QA′B′ étant semblables, les distances du point Q et, plus généralement, celles de tout point de la droite PQ, aux cordes AB et A′B′ sont proportionnelles à ces cordes. A cause de cette propriété, la droite PQ peut être appelée *symédiane* des cordes AB et A′B′. La ligne PS jouit de la même propriété. Lorsque le

point A′ tend vers A, la droite PS a pour limite la tangente en A ; la ligne PQ a pour limite la droite joignant A au pôle de la corde BB′, droite qui a déjà reçu le nom de symédiane du triangle ABB′.

La symédiane PQ des cordes AB, A′B′ est perpendiculaire au diamètre OS, en un point Σ qui est le conjugué harmonique de S relativement aux extrémités de ce diamètre. Par conséquent, il existe un rapport constant entre les distances de tout point de la circonférence O aux points S et Σ. De là, on déduit :

$$\frac{\Sigma A}{\Sigma B'} = \frac{SA}{SB'} = \frac{AB}{A'B'} = \frac{\Sigma B}{\Sigma A'}.$$

Donc les triangles ΣAB, ΣB′A′ sont directement semblables, et la *projection* Σ *du centre* O *sur la symédiane de deux cordes* AB *et* B′A′ *est le centre de similitude de deux figures semblables construites sur ces cordes.*

4. Polygone harmonique. — Nous appelons *polygone harmonique* la projection harmonique d'une ligne polygonale régulière inscrite au cercle principal.

Lorsqu'il existe dans le plan d'un polygone (fermé ou non) un point dont les distances aux côtés du polygone sont proportionnelles aux côtés correspondants, ce point prend le nom de *point de Lemoine* du polygone.

Théorème. — Tout polygone harmonique admet un point de Lemoine.

En effet, le polygone régulier admet pour point de Lemoine le centre O du cercle circonscrit ; donc la symédiane de deux côtés quelconques passe par O. Si l'on fait la projection harmonique de la figure, la symédiane se transforme en la symédiane de deux côtés du polygone harmonique ; celle-ci passe donc par l'homologue K du centre O. Par conséquent, les distances de K aux côtés du polygone harmonique sont entre elles comme ces côtés.

Remarque. — On démontre, de la même manière, que lorsqu'une ligne polygonale inscrite au cercle principal admet un point de Lemoine, sa projection harmonique admet aussi un point de Lemoine.

5. Pôles principaux. — *Théorème. — Toute ligne polygonale* ABCD, *inscrite au cercle principal et admettant un point de Lemoine, peut être transformée par projection harmonique en une ligne régulière.*

En effet, soient K le point de Lemoine de cette ligne, X et Y les extrémités du diamètre dirigé suivant KO (fig. 2). On peut toujours trouver deux points S et S′ qui divisent harmoniquement à la fois les segments XY et KO : ce sont les points doubles de l'involution déterminée par les couples XY et KO. Pour les construire, menons par K une corde tt' perpendiculaire à KO et cherchons le point d'intersection L des tan-

gentes en t et t' ; la circonférence décrite de L comme centre avec le rayon Lt coupe la droite KO aux points cherchés S et S′. Car la moitié de SS′ étant moyenne proportionnelle entre les distances du milieu L de SS′ aux extrémités des segments XY et KO, ceux-ci divisent harmoniquement SS′.

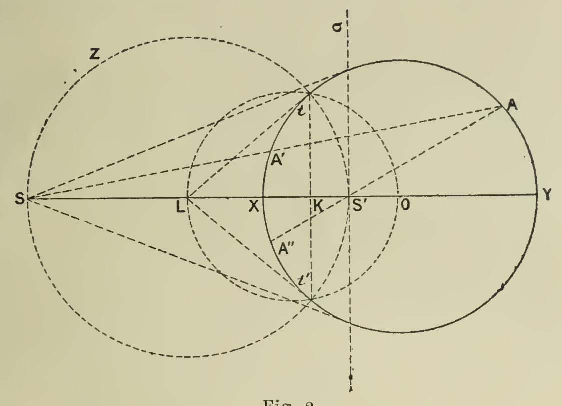


Fig. 2.

Si maintenant l'on prend S pour centre de projection harmonique, l'axe d'homologie passe par S′, et le point K aura pour homologue le centre O ; donc la ligne proposée ABCD... se transforme en une ligne A′B′C′D′... ayant pour point de Lemoine le point O ; la ligne A′B′C′D′... est donc régulière.

On parvient aux mêmes conclusions en projetant ABCD... à partir du point S′.

Les points S et S′ peuvent recevoir la dénomination de *pôles principaux*.

Remarque. — Les projections harmoniques d'un même polygone ABCD..., effectuées successivement à partir de S et de S′, sont symétriques par rapport à XY. Car, les points S et S′ divisant harmoniquement le diamètre XY, l'angle SAS′, qui a son sommet A sur la circonférence O, a pour bissectrices les droites AX et AY ; d'où l'on conclut l'égalité des arcs XA′ et XA″.

6. Pôles secondaires. — Soient ABCD... un polygone harmonique inscrit au cercle principal O, A′B′C′D′... sa projection harmonique, le centre d'homologie étant au pôle principal S, et l'axe d'homologie σ étant la polaire de S[1]. Si l'on fait tourner la figure A′B′C′D′... d'un angle quelconque autour de σ, les polygones ABCD... et A′B′C′D′... seront en perspective antiparallèle ; le centre de perspective Z appartient à la circonférence StS′t', après qu'on a fait tourner celle-ci autour de SS′ jusqu'à ce que son plan devienne perpendiculaire au plan ABC. La droite LZ est parallèle au plan A′B′C′. Les points de cette circonférence sont donc des centres de perspective antiparallèle transformant le polygone harmonique ABCD... en un polygone régulier ; on peut leur donner le nom de *pôles secondaires*.

1. A′B′C′D′... est donc une ligne régulière.

On parvient aux mêmes conclusions en considérant le pôle principal S′.

7. Cercle, angle et points de Brocard; points invariables. — Nous appelons *cercle de Brocard*, du polygone harmonique ABCD..., le cercle qui a pour diamètre la distance OK du centre O du cercle circonscrit, au point de Lemoine K.

Les perpendiculaires abaissées de O sur les côtés AB, BC, CD... rencontrent le cercle de Brocard en des points I_1, I_2, I_3... qui ont reçu le nom de *points invariables*[1]; les droites KI_1, KI_2, KI_3... sont évidemment parallèles à AB, BC, CD....

Les triangles isocèles I_1AB, I_2BC, I_3CD... sont semblables entre eux; car leurs bases sont proportionnelles aux hauteurs (distances de K aux côtés du polygone). Désignons par V la valeur commune des angles I_1AB, I_1BA, I_2BC...; V est l'*angle de Brocard* du polygone harmonique. On a :

$$\operatorname{tg} V = \frac{(K, AB)}{\frac{1}{2} AB} = \frac{(K, BC)}{\frac{1}{2} BC} \cdots,$$

la notation (K, AB) désignant la distance du point K à la droite AB.

Les angles AI_1K, BI_2K... étant égaux à V, les droites AI_1, BI_2, CI_3... se coupent en un même point ω du cercle de Brocard; de même, les droites BI_1, CI_2, DI_3... concourent en un autre point ω′ de ce cercle. Les points ω, ω′ sont les *points de Brocard* du polygone harmonique. La droite ωω′ est perpendiculaire à la droite OK et est vue de O sous l'angle 2V.

8. Ellipse de Brocard. — *Théorème.* — *Tout polygone harmonique* ABCD... *est circonscriptible à une ellipse ayant pour foyers les deux points de Brocard.*

En effet, le polygone régulier A′B′C′D′..., dont ABCD... est la projection harmonique, est circonscriptible à une circonférence; donc, le polygone harmonique ABCD... est circonscriptible à une ellipse (*ellipse de Brocard*).

La position des foyers se déduit des considérations suivantes. On sait que les projections orthogonales d'un foyer F d'une ellipse sur les tangentes à cette courbe sont situées sur la circonférence ayant pour diamètre le grand axe. De là, on conclut aisément que, si les projetantes font un angle constant V avec les tangentes, le lieu des projections de F est encore une circonférence. Réciproquement, si le sommet d'un angle constant se meut sur une circonférence, et que l'un des côtés tourne autour d'un point fixe intérieur, le second côté enveloppe une ellipse dont l'un des foyers coïncide avec le point fixe.

1. Pour le rôle de ces *points invariables*, nous renvoyons aux *Figures semblablement associées* (*Mathesis*, t. VI).

9. Droite de Lemoine ; centres de similitude. — La polaire du point de Lemoine, d'après ce qu'on a vu, passe au milieu L de la distance des pôles principaux. Cette droite est l'axe radical du cercle principal et du cercle de Brocard ; car $LX.LY = LK.LO = \overline{LS}^2$. Nous donnerons à cette ligne remarquable le nom de *droite de Lemoine*, du polygone harmonique.

Un pôle principal, S ou S', a même polaire, par rapport au cercle principal et au cercle de Brocard ; car S et S' divisent harmoniquement les diamètres des deux cercles. Cette remarque entraîne des conséquences importantes. Nous en déduisons, d'abord, que dans la projection harmonique du cercle O, à partir d'un pôle principal, le cercle de Brocard se transforme en lui-même ; et que dans une perspective antiparallèle du cercle O, à partir d'un pôle secondaire, le cercle de Brocard se transforme également en un cercle[1].

Ensuite, les centres de similitude des couples de côtés consécutifs du polygone harmonique ABCD... présentent une disposition remarquable. Désignons par Σ_1, Σ_2, Σ_3... les centres de similitude des couples de cordes AB et BC, BC et CD, CD et DE.... On a vu que ces points sont les projections du centre O sur les symédianes KB, KC, KD... ; donc ils sont situés sur le cercle de Brocard. Les projections harmoniques Σ'_1, Σ'_2, Σ'_3... des points Σ_1, Σ_2, Σ_3... appartiennent également à ce cercle. Les points K, B, Σ_1 étant en ligne droite, il en est de même de leurs projections harmoniques O, B', Σ'_1 ; donc, les points Σ'_1, Σ'_2, Σ'_3..., projections orthogonales de K sur les rayons OB', OC', OD'... du polygone régulier A'B'C'D'..., sont les sommets d'un polygone régulier inscrit au cercle de Brocard.

Il résulte de là que *les centres de similitude des couples de côtés consécutifs d'un polygone harmonique sont les sommets d'un second polygone harmonique, inscrit au cercle de Brocard.*

10. Calcul de l'angle de Brocard. — Nous déduirons cet angle de la proposition suivante, qui fournit une seconde démonstration du théorème du 4° :

Soient AB *et* A'B' *deux cordes du cercle principal* O', *qui se correspondent dans une projection harmonique,* S *le centre d'homologie,* K *et* K' *deux points homologues,* δ *et* δ' *les distances* OK, OK' ; *on a :*

$$\frac{(K, AB)}{AB} : \frac{(K', A'B')}{A'B'} = SK : SK' = \sqrt{R^2 - \delta^2} : \sqrt{R^2 - \delta'^2}.$$

Pour démontrer cette formule, soient (fig. 1) M, M', N, N', *s* les points où la droite SKK' rencontre la circonférence O, les cordes AB,

1. Comparez Chasles, *Traité de géométrie supérieure*, § 807.

A'B' et l'axe d'homologie PQ. Les points K, s, N, S ont même rapport anharmonique que leurs homologues K', s, N', S; donc :

$$\frac{NK}{Ns} : \frac{SK}{Ss} = \frac{N'K'}{N's} : \frac{SK'}{Ss}, \qquad \text{ou} \qquad \frac{NK}{Ns} : \frac{N'K'}{N's} = \frac{SK}{SK'}.$$

Mais

$$\frac{NK}{Ns} = \frac{(K, AB)}{(s, AB)}, \qquad \frac{N'K'}{N's} = \frac{(K', A'B')}{(s, A'B')}, \qquad \frac{(s, AB)}{(s, A'B')} = \frac{(Q, AB)}{(Q, A'B')} = \frac{AB}{A'B'};$$

par conséquent :

$$\frac{(K, AB)}{AB} : \frac{(K', A'B')}{A'B'} = \frac{SK}{SK'}.$$

S étant un point double de l'involution déterminée par les couples MM' et KK', on a aussi :

$$\frac{\overline{KS}^2}{\overline{K'S}^2} = \frac{KM.KM'}{K'M.K'M'} = \frac{R^2 - \delta^2}{R^2 - \delta'^2}.$$

D'après cela : 1° la projection harmonique de tout polygone ABCD... inscrit au cercle principal O et admettant un point de Lemoine K, est un second polygone A'B'C'D'... admettant pour point de Lemoine l'homologue K' de K; 2° entre les angles de Brocard V, V' des deux polygones ABCD..., A'B'C'D'..., on a la relation :

$$\operatorname{tg} V : \operatorname{tg} V' = \sqrt{R^2 - \delta^2} : \sqrt{R^2 - \delta'^2}.$$

Si les polygones ABCD..., A'B'C'D'... sont en perspective antiparallèle, la formule précédente est remplacée par celle-ci :

$$\operatorname{tg} V : \operatorname{tg} V' = \sqrt{1 - \frac{\overline{OK}^2}{R^2}} : \sqrt{1 - \frac{\overline{O'K'}^2}{R'^2}}.$$

3° Si A'B'C'D'... est un polygone régulier de n côtés, on a $\delta' = 0$; donc :

$$\operatorname{tg} V \operatorname{tg} \frac{\pi}{n} = \sqrt{1 - \frac{\delta^2}{R^2}}, \qquad \delta = R\sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 V \operatorname{tg}^2 \frac{\pi}{n}}.$$

11. Application. — Pour donner un exemple des polygones harmoniques, considérons deux circonférences γ et γ_1, intérieures l'une à l'autre. Soient ε, ε_1, ε_2... des circonférences inscrites entre γ et γ_1, et telles que chacune touche la suivante. Une transformation par rayons vecteurs réciproques peut remplacer les cercles γ et γ_1 par deux cercles concentriques γ' et γ'_1; il suffit, pour cela, de mettre le pôle de transfor-

mation en l'un des points communs à tous les cercles coupant orthogonalement les cercles γ et γ_1. Les cercles ε, ε_1, ε_2... se changeront en des cercles égaux ε', ε'_1, ε'_2..., dont les points de contact avec γ' et γ'_1, et les points de contact mutuels sont les sommets de trois lignes polygonales régulières. Si l'on revient à la figure primitive, on voit que les cercles ε, ε_1, ε_2... touchent γ et γ_1 aux sommets de deux polygones harmoniques et que leurs points de contact mutuels sont les sommets d'un troisième polygone harmonique.

12. Divisions homographiques sur la circonférence. — Les résultats précédents peuvent être présentés sous une forme plus générale que nous croyons utile d'indiquer.

Considérons sur la circonférence O (fig. 3, 4, 5), deux divisions homographiques (ABC...) et (A'B'C'...). Pour abréger le discours, nous dirons que les cordes AA', BB', CC'... forment une *homographie* ou sont *homographiques*. Le point d'intersection M des droites AB', A'B sera le *point diagonal* des cordes AA', BB'; la droite NP, qui joint le point de concours de ces cordes au point d'intersection des lignes AB, A'B', a déjà reçu le nom de *symédiane* de AA' et BB'. On sait que le point diagonal de deux cordes quelconques d'une homographie est sur une droite fixe $\varkappa$ (Chasles, *Sections coniques*, § 234); donc sa polaire ou la symédiane tourne autour d'un point fixe K, pôle de $\varkappa$. Le point K et la droite $\varkappa$ peuvent être appelés *point* et *droite de Lemoine* de l'homographie.

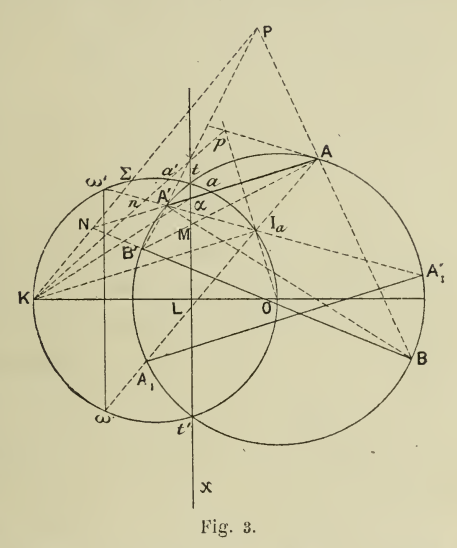


Fig. 3.

Il est évident (3) qu'*il existe un rapport constant* 2λ *entre la distance d'une corde de l'homographie au point de Lemoine et la longueur de cette corde.* Cette propriété se traduit par la relation :

$$p^2 + \lambda^2 p'^2 = \lambda^2 R^2$$

entre les distances d'une corde aux points K et O. La symétrie de cette équation montre que les droites AA', BB', CC'... marquent aussi deux divisions homographiques sur une circonférence décrite de K comme centre avec le rayon λR; le point de Lemoine de cette nouvelle homographie est en O, et la constante λ prend la valeur inverse.

L'homographie est déterminée, quand on en connaît une première corde AA' et la droite de Lemoine : les droites joignant A et A' à un point quelconque M de $\varkappa$, rencontrent la circonférence O aux extrémités d'une corde BB' de l'homographie. Cette construction montre que les points de rencontre t, t' de $\varkappa$ avec la circonférence, sont les *points doubles* des deux divisions homographiques, ou que les tangentes issues de K sont deux cordes de l'homographie. Nous pouvons distinguer trois genres d'homographies, suivant que le point de Lemoine est intérieur ou extérieur au cercle O ou situé sur la circonférence.

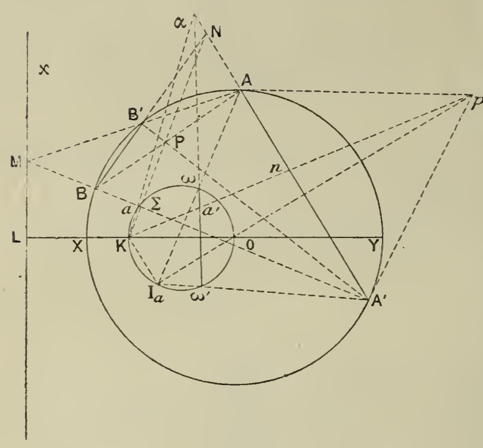


Fig. 4.

Le cercle décrit sur OK comme diamètre est le *cercle de Brocard* de l'homographie ; il a pour axe radical relatif au cercle O, la droite de Lemoine.

Les perpendiculaires abaissées de O sur les cordes AA', BB', CC'... rencontrent la circonférence de Brocard en des points I_a, I_b, I_c..., qui sont les *points invariables* des cordes correspondantes. Les droites KI_a, KI_b, KI_c... étant parallèles à ces cordes, les triangles isocèles I_aAA', I_bBB', I_cCC'... sont semblables. L'angle à la base de ces triangles a une valeur constante V, qui est l'*angle de Brocard*, de l'homographie ; on a, visiblement, $\operatorname{tg} V = \lambda$. On conclut, de là, que les droites AI_a, BI_b, CI_c... rencontrent le cercle de Brocard en un même point ω ; pareillement, les droites $A'I_a$, $B'I_b$, $C'I_c$... concourent en un second point ω' de ce cercle. Les points ω et ω' (*points de Brocard*), situés sur une perpendiculaire à OK, sont les foyers d'une conique tangente à toutes les cordes de l'homographie (*conique de Brocard*). Cette courbe touche la circonférence O aux points doubles des deux divisions (ABC...), (A'B'C'), de sorte que K est aussi le pôle de $\varkappa$ relatif à la conique. On a une ellipse ou une hyperbole, suivant que les foyers ω,

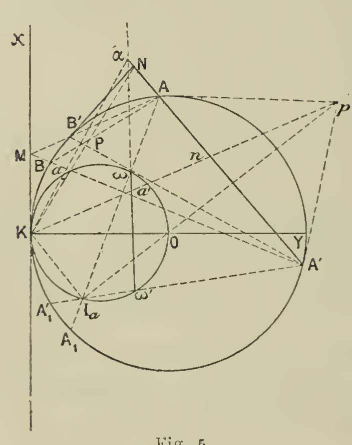


Fig. 5.

ω′ sont intérieurs ou extérieurs à la circonférence; lorsque K est sur cette ligne, la conique de Brocard est osculatrice au cercle O.

Pour trouver le point de contact n de AA′ avec son enveloppe, il suffit de chercher la limite du point N, lorsque BB′ tend à se confondre avec AA′; on voit ainsi que n est sur la droite joignant K au pôle p de la corde AA′ et qu'il est conjugué harmonique, par rapport à AA′, du point de rencontre de AA′ avec $\varkappa$.

Soient φ_a, φ_b, φ_c... des figures directement semblables, construites sur AA′, BB′, CC′.... Nous en connaissons quatre systèmes de droites homologues concourantes, savoir : les perpendiculaires abaissées de O sur AA′, BB′, CC′, les parallèles à ces droites par K, les droites allant de ω vers A, B, C..., et celles qui unissent ω′ à A′, B′, C′... Ces faisceaux s'appuient sur les points invariables I_a, I_b, I_c... et leurs sommets O, K, ω, ω′ sont situés, avec ces points, sur le cercle de Brocard. Plus généralement, les droites joignant I_a, I_b, I_c... à un point quelconque U du cercle de Brocard sont des lignes homologues de φ_a, φ_b, φ_c.... Les figures φ sont donc semblablement *associées* [1]. Si l'on construit sur ωω′ une figure Φ semblable à φ_a, φ_b..., K sera l'homologue des points I_a..., les droites Kω, Kω′ correspondront aux droites ωA..., ω′A′..., et KU correspondra à I_aU...

Le centre de similitude de deux quelconques des figures φ est situé sur le cercle de Brocard. Si l'on fait tendre BB′ vers AA′, on voit que le centre de similitude Σ de ces cordes a pour limite le point de rencontre a' de pnK avec le cercle de Brocard; on conclut, de là, que le cercle ApA′O passe par a', et que les cercles $a'n$A, $a'n$A′ touchent le cercle O. La circonférence de Brocard renferme aussi le centre de similitude de Φ et de φ_a; car, si α est le point de rencontre de ωω′ et AA′, et a celui de Kα avec le cercle Kωω′, les quadrilatères αAωa, αA′ω′a sont inscriptibles, ainsi qu'on le voit en comparant les angles A, A′, a, égaux à V ou à π — V.

Toute projection harmonique d'une homographie de cordes donne une nouvelle homographie ayant pour point et droite de Lemoine les projections du point et de la droite de Lemoine de la première homographie. Lorsque le centre de projection est au point de Lemoine, le système de cordes se reproduit de lui-même. Dans l'homographie du premier genre, on peut choisir le centre de projection (pôle principal), de manière que le point de Lemoine passe en O; on obtient alors un système de cordes égales; le cercle de Brocard se réduit au point O. L'homographie du deuxième genre peut être transformée par une projection telle que la droite de Lemoine devienne un diamètre $\varkappa$; le cercle

1. Voir dans *Mathesis*, t. VI, l'article sur les *figures semblablement associées*.

de Brocard est alors remplacé par cette droite jointe à la droite de l'infini, les points invariables sont à l'infini, et l'angle de Brocard devient droit; la symédiane de deux cordes homographiques est perpendiculaire au diamètre $\varkappa$, et leur centre de similitude est sur ce diamètre.

Étant données deux divisions homographiques sur une circonférence O, on peut se proposer de chercher une série de points A, A′, A″... telle que chacun ait pour homologue celui qui le suit dans la série. Les cordes AA′, A′A″, A″A‴... forment alors une *ligne harmonique*. Pour construire une telle ligne, lorsqu'on donne la première corde AA′ et la droite de Lemoine $\varkappa$, on mène la tangente en A′ au cercle O et l'on joint A au point où cette tangente coupe $\varkappa$, on a ainsi la droite AA″; on opère de même sur A′A″ pour avoir A″ A‴ et ainsi de suite. Lorsque $\varkappa$ est à l'infini, cette construction donne, visiblement, une ligne polygonale régulière.

Nous avons conclu l'existence des points ω, ω', de celle du point K. On peut aussi établir directement le rôle des points de Brocard. En effet, soient AA′, BB′, CC′, DD′ quatre cordes homographiques, N le point d'intersection de AA′ avec BB′, N_1 celui de BB′ avec CC′, ω celui des cercles NAB et N_1BC. Il est facile de voir que les angles ωAA′, ωBB′, ωCC′ sont égaux entre eux. Désignons par α, β, γ, δ les seconds points d'intersection du cercle O avec les droites ωA, ωB, ωC, ωD. Ces points ont même rapport anharmonique que les points A, B, C, D dont ils forment une projection harmonique; on a aussi, par hypothèse, (ABCD) = (A′B′C′D′); donc ($\alpha\beta\gamma\delta$) = (A′B′C′D′), et comme les arcs αA′, βB′, γC′ sont égaux entre eux, on a *arc* δD′ = αA′, et *angle* ωDD′ = ωAA′. De même, les circonférences N′A′B′, N′B′C′ déterminent le point ω'.

Il est intéressant de renverser les questions précédentes en se donnant, d'abord, la conique de Brocard. Toute circonférence passant par les foyers ω, ω' sera une circonférence de Brocard de la courbe; elle coupe le petit axe en deux points K, O, dont l'un K peut être considéré comme un point de Lemoine; la polaire de ce point, par rapport à la conique et au cercle, sera la droite de Lemoine. La circonférence qui a pour diamètres les droites Oω, Oω' limitées aux tangentes menées par les extrémités de l'axe focal sera le support de deux divisions homographiques marquées par les tangentes de la conique; cette circonférence sera une *circonférence podaire* [1] de la conique.

II. — POLYÈDRES HARMONIQUES.

13. PROJECTION HARMONIQUE. — Soient donnés une sphère O, un point quelconque S et le plan polaire σ de S. A, B, C... étant des points

1. C'est-à-dire le lieu des projections obliques des foyers sur les tangentes, les projetantes faisant un angle constant avec ces droites.

quelconques de la sphère, et A′, B′, C′... les points où elle est rencontrée une seconde fois par les droites SA, SB, SC, regardons comme éléments correspondants de deux figures φ et φ', les points A et A′, B et B′..., les droites AB et A′B′, BC et B′C′..., les plans ABC et A′B′C′..., les plans tangents en A et A′.... *Ces figures sont homologiques,* le plan d'homologie étant σ. Par intersection ou jonction des éléments déjà existants, nous pouvons introduire de nouveaux éléments homologues de φ et φ', et ceux-ci satisfont également aux conditions d'homologie. En particulier, deux points correspondants sont en ligne droite avec S et séparés harmoniquement par S et σ.

Pour la facilité du langage, nous dirons que φ' est une *projection harmonique* de φ, à partir du point S; la sphère O sera appelée *sphère principale.*

14. *Plan symédian et centre de similitude de deux petits cercles d'une sphère.* — Soient γ et γ_1 deux petits cercles tracés sur la sphère O, c l'intersection de leurs plans. Le plan mené par O et les centres de ces cercles est perpendiculaire à c et rencontre les circonférences en quatre points A, B, A′, B′ (fig. 1). Désignons par P, Q, S les intersections des couples de droites AB et A′B′, AB′ et A′B, AA′ et BB′; le point P est situé sur c; Q et S sont les sommets de deux cônes passant par γ et γ_1. Les distances de Q aux droites AB et A′B′ et, par suite, celles de tout point de la droite Qc aux plans γ et γ_1 sont proportionnelles aux diamètres AB et A′B′ des deux cercles. A cause de cette propriété, nous donnerons au plan Qc le nom de *plan symédian* des cercles γ et γ_1. Il est évident que cette propriété n'est pas altérée par une projection harmonique.

Soit Σ la projection du centre de la sphère principale sur le plan symédian. Les triangles ΣAB, ΣA′B′ étant directement semblables, une rotation autour d'un axe perpendiculaire en Σ au plan OAB, peut amener le triangle ΣA′B′ à être homothétique à ΣAB; les cercles γ et γ_1 deviendront en même temps homothétiques, de sorte que les cônes (Σ, γ) et (Σ, γ_1) [1] sont semblables. Σ est donc un *centre de similitude* des deux cercles. Tout plan mené suivant la droite ΣQ détermine sur les cercles γ et γ_1 deux cordes ab et $a'b'$ ayant pour centre de similitude le point Σ; car, QΣ est la symédiane de ces cordes, et Σ est la projection du centre du petit cercle $aba'b'$ sur QΣ.

15. Polyèdre harmonique. — Nous appelons *polyèdre harmonique* tout polyèdre obtenu par une projection harmonique d'un polyèdre régulier. Les cercles circonscrits aux faces prennent le nom de *faces circulaires.*

1. *Cône* (Σ, γ) signifie : cône ayant pour sommet le point Σ et pour base le cercle γ.

Lorsque plusieurs petits cercles tracés sur la même sphère admettent un point K, dont les distances aux plans de ces cercles sont proportionnelles aux diamètres des cercles correspondants, ce point sera un *point de Lemoine.*

Théorème. — Dans tout polyèdre harmonique :

1° *Les faces sont des polygones harmoniques ;*

2° *Les droites qui unissent le pôle d'une face à son point de Lemoine concourent en un même point* K, *qui est un point de Lemoine des faces circulaires du polyèdre ;*

3° *Les centres de similitude des faces considérées deux à deux appartiennent à la sphère de diamètre* OK (sphère de Brocard) ;

4° *Les axes*[1] *des faces circulaires rencontrent la sphère de Brocard en des points qui sont les sommets de cônes droits semblables construits sur les faces correspondantes.*

Démonstration. — Soient φ' un polyèdre régulier inscrit dans la sphère principale O, φ la projection harmonique de φ' à partir d'un point quelconque S.

1° Les faces de φ sont des projections antiparallèles de celles de φ' ; donc ce sont des polygones harmoniques ayant pour points de Lemoine les projections harmoniques des centres des faces de φ'.

2° L'axe d'une face de φ' a pour projection une droite passant par le point de Lemoine de la face correspondante de φ, par le pôle de cette face et la projection K du centre O de la sphère principale.

Tous les plans symédians de deux faces quelconques de φ' passent par O ; donc ceux de φ passent par K. Le point K est donc un point de Lemoine de φ.

3° Le centre de similitude de deux faces circulaires de φ est la projection de O sur le plan symédian ; celui-ci passant par K, le centre est sur la sphère de diamètre OK.

4° Désignons par $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3 \ldots$ les faces circulaires de φ, par $I_1, I_2, I_3 \ldots$ les points où les axes de ces cercles rencontrent la sphère de Brocard. Ces axes passent par O et les angles $OI_1K, OI_2K \ldots$ sont droits ; par suite, les droites $KI_1, KI_2 \ldots$ sont parallèles aux plans $\gamma_1, \gamma_2 \ldots$. Il résulte, immédiatement, de la propriété du point K, que les cônes (I_1, γ_1), $(I_2, \gamma_2) \ldots$ sont semblables. L'angle à la base de ces cônes, que nous désignons par V, est l'angle de Brocard, du polyèdre harmonique ; on a :

$$\operatorname{tg} V = \frac{p}{r} = \operatorname{tg} \alpha \sqrt{1 - \frac{\overline{OK}^2}{R^2}},$$

1. L'axe d'un cercle est la perpendiculaire menée par le centre sur le plan du cercle.

p et r étant la hauteur et le rayon du cône (I_1, γ_1), α l'angle à la base du cône qui a pour sommet le centre O de la sphère principale et pour base une face circulaire du polyèdre régulier φ'.

16. *Remarque.* — Plus généralement, si plusieurs petits cercles de la sphère principale O admettent un point de Lemoine K, leurs projections harmoniques ont pour point de Lemoine la projection K′ de K. Lorsque K est à l'intérieur de la sphère O, il existe deux centres de projection qui font coïncider K′ avec O et qui, par suite, servent à transformer les petits cercles donnés en des cercles égaux. Il paraît résulter de là qu'un polyèdre inscrit à une sphère est harmonique, lorsque ses faces sont des polygones harmoniques d'un même nombre de côtés et qu'il existe un point K dont les distances aux faces sont proportionnelles aux rayons des cercles circonscrits. Mais il nous reste quelques doutes sur cette proposition.

17. Ellipsoïde et cercle de Brocard. — *Théorèmes.* — I. *Tout polyèdre harmonique est circonscriptible à un ellipsoïde de révolution aplati, touchant les faces en leurs points de Lemoine; les foyers des sections méridiennes sont situés sur un cercle (cercle de Brocard) de la sphère de Brocard.* — II. *Les ellipses de Brocard, des faces d'un polyèdre harmonique, appartiennent à un second ellipsoïde de révolution, touchant toutes les arêtes du polyèdre.*

Démonstration. — 1° Soient φ' un polyèdre régulier inscrit à la sphère principale O, et φ la projection harmonique de φ', le centre de projection étant en S. Menons par SO un plan quelconque π, rencontrant la sphère principale suivant la circonférence η, la sphère inscrite à φ' suivant la circonférence ε' et la sphère de Brocard suivant la circonférence ξ.

Si l'on considère des cordes de η tangentes à ε', leurs projections harmoniques, à partir de S, enveloppent une ellipse ε ayant pour foyers deux points ω, ω' qui sont les extrémités d'une corde de ξ perpendiculaire à OK. Cette ellipse est la projection harmonique de la circonférence ε'.

Faisons tourner le plan π autour de la droite SO. L'ellipse ε engendrera un ellipsoïde, qui sera la projection harmonique de la sphère inscrite à φ' et qui, par conséquent, touchera les faces de φ en leurs points de Lemoine. Le cercle focal de cet ellipsoïde (*cercle de Brocard du polyèdre harmonique*) est situé sur la sphère de Brocard.

2° Les circonférences inscrites aux faces du polyèdre régulier φ' sont situées sur une même sphère inscrite entre les arêtes; donc leurs projections harmoniques, qui sont les ellipses de Brocard des faces du polyèdre harmonique φ, appartiennent à un ellipsoïde de révolution inscrit entre les arêtes de φ.

Remarque I. — Supposons le plan π perpendiculaire à une face γ de φ. Il coupera le cercle circonscrit à γ en deux points diamétralement opposés G, H. La droite GH sera une corde de η et une tangente de ε; par conséquent, les droites ωG, ω'H se coupent en un point I de la perpendiculaire élevée au milieu de GH; ce point est le *point invariable* correspondant à γ. On conclut de là que le cône qui a pour base une face circulaire de φ et pour sommet le point invariable correspondant, rencontre le cercle de Brocard en deux points diamétralement opposés.

Remarque II. — Les cônes (I_1, γ_1), (I_2, γ_2)... sont semblables à celui qui a pour sommet le point de Lemoine et pour base le cercle de Brocard. Ce cercle admet, par rapport à chaque face circulaire du polyèdre harmonique, un centre de similitude situé à l'intersection de la sphère de Brocard avec la perpendiculaire abaissée de K sur la ligne d'intersection des plans des cercles considérés.

Pour compléter l'étude des polyèdres harmoniques, nous devrions encore traiter des *sphères de Tücker,* et des projections harmoniques des polyèdres semi-réguliers; mais cela nous entraînerait trop loin.

18. Cercles homographiques sur la sphère. — Les propriétés des polyèdres harmoniques peuvent s'étendre à un système de cercles tracés sur une sphère O, dont nous nous contenterons ici de donner la génération.

Étant donnés un cercle α tracé sur une sphère O, un point K et son plan polaire $\varkappa$ par rapport à la sphère, prenons les points B, C, D... de ce plan pour sommets de cônes s'appuyant sur α. Ces cônes couperont la sphère suivant de nouveaux cercles β, γ.... Le plan mené par l'intersection des plans de α et β, et par le sommet du second cône s'appuyant sur ces cercles, est le plan polaire de B et passe, par conséquent, par K; les distances de K aux plans de α et β sont proportionnelles aux rayons de ces cercles. De là, on déduit que le point K est un point de Lemoine du système des cercles α, β, γ....

Ces cercles forment un *système homographique.*

M. Ed. COLLIGNON

Ingénieur en chef, Inspecteur de l'École des ponts et chaussées, à Paris.

— *Séance du 13 août 1886.* —

RECTIFICATION.

Le 24 août 1878, au Congrès de Paris, nous avons donné un moyen de rendre tautochrones les courbes qui ne le sont pas par elles-mêmes. La solution indiquée se résume dans les équations suivantes :

$$s = \varphi(z), \tag{1}$$

$$\frac{1}{2}(v^2 + K^2\omega^2) = g(z_0 - z), \tag{2}$$

$$v = \omega r, \tag{3}$$

$$\varphi'(z)\sqrt{1 + \frac{K^2}{r^2}} = \sqrt{\frac{A}{z}}. \tag{4}$$

La première est l'équation de la courbe donnée, entre l'arc s et l'ordonnée verticale z; la seconde est l'équation des forces vives, appliquée à un corps de révolution qui roule autour d'axes horizontaux, sous l'action de la pesanteur; la troisième établit une relation entre la vitesse linéaire v du centre de gravité et la vitesse angulaire ω autour de l'axe de figure du corps mobile; la longueur r que cette équation définit, se trouve liée à z par la quatrième et dernière équation, qui satisfait à la condition du tautochronisme.

L'erreur que nous avons à signaler consiste à admettre, comme nous l'avons fait par inadvertance, que cette longueur r est le rayon du cercle suivant lequel s'établit le contact du corps tournant. Ce n'est pas exact, parce que ω est la rotation autour de l'axe de figure du corps, et non la rotation autour de l'axe instantané mené par les points de contact du corps roulant avec les courbes fixes qui lui servent de guides.

La solution doit être complétée comme il suit :

Soit r' le rayon du *cercle de roulement,* suivant lequel, à un instant donné, s'établit le contact ;

ω' la vitesse angulaire autour de la droite des points de contact ;

ρ le rayon de courbure de la courbe donnée ;

Ω la vitesse angulaire du corps tournant autour de la parallèle à son axe menée par le centre de courbure.

On aura à la fois

$$\omega' = \omega - \Omega,$$

$$v = \rho\Omega = \omega' r' = \omega r,$$

et, en éliminant les vitesses angulaires,

$$\frac{1}{r'} = \frac{1}{r} - \frac{1}{\rho}. \tag{5}$$

Par conséquent, après avoir déterminé par l'équation (4) le rayon auxiliaire r, on en déduira le véritable rayon du cercle de roulement r' par l'équation (5), qui donne

$$r' = \frac{r\rho}{\rho - r}. \tag{6}$$

Cette équation se réduit à $r' = r$ dans le cas où ρ est infini. Elle s'y réduit encore approximativement lorsque r est très petit par rapport à ρ. Mais alors le tautochronisme qu'on obtiendrait en conservant le rayon r pour rayon de roulement ne serait pas rigoureux, et le problème ne serait pas résolu.

La différence

$$r' - r = \frac{r^2}{\rho - r}$$

peut se construire géométriquement. Elle fait connaître la correction que doivent subir les rayons r pour être amenés à la valeur de r'.

Dans l'application faite au cercle de rayon a, nous sommes parvenu à l'équation polaire

$$r = \frac{K}{\sqrt{\cos\theta}},$$

θ étant l'angle d'écart mesuré à partir de la verticale. Comme dans le cercle on a $\rho = a$, les courbes fixes qui doivent servir de guides au corps roulant, projetées sur le plan vertical moyen de l'appareil, auront pour équation polaire

$$r' = \frac{ar}{a - r} = \frac{aK}{a\sqrt{\cos\theta} - K}.$$

Le tautochronisme approximatif du cercle, dans le cas des petits angles d'écart total, est, du reste, tellement voisin du tautochronisme rigoureux, que les procédés proposés pour effacer une différence à peine sensible ne semblent pas susceptibles d'application.

M. Ed. COLLIGNON

Ingénieur en chef, Inspecteur de l'École des ponts et chaussées, à Paris.

EXAMEN DE CERTAINS CAS-LIMITES DE LA LOI DE L'ATTRACTION NEWTONIENNE

— *Séance du 13 août 1886.* —

La loi d'attraction posée par Newton consiste à admettre que deux points matériels, de masse m et m', éloignés l'un de l'autre à la distance a, subissent chacun, de la part de l'autre, une attraction dirigée suivant la droite qui les joint, et égale à la fonction

$$\frac{fmm'}{a^2};$$

la constante f représente l'attraction mutuelle de deux masses égales à l'unité, placées, l'une par rapport à l'autre, à la distance prise pour unité. En partant de cette loi élémentaire, on reconnaît facilement qu'une couche sphérique homogène n'exerce aucune action sur un point intérieur, tandis qu'elle exerce sur un point extérieur la même attraction que si sa masse était concentrée en son centre. Appelons r le rayon d'une couche sphérique infiniment mince, ρ sa masse par unité de surface, a la distance d'un point matériel A, de masse égale à l'unité, au centre de la couche. L'attraction totale X subie par le point A sera donnée par l'équation

$$X = \frac{f\rho \times 4\pi r^2}{a^2}$$

tant que a sera supérieur à r; mais on aura

$$X = 0$$

si a est moindre que le rayon.

Des résultats analogues correspondent au cas où le système attirant est une couche cylindrique homogène indéfinie, à section droite circulaire. Si l'on appelle r son rayon, a la distance à l'axe du point A attiré, ρ la masse de la couche par unité de surface, l'attraction X exercée sur le point A est donnée par la formule

$$X = \frac{4\pi f\rho r}{a},$$

lorsque a est plus grand que r, tandis qu'elle est nulle si le point est intérieur à la couche, ou si r est plus grand que a.

Imaginons qu'un point A, de masse égale à l'unité, soit soumis à l'action d'une couche sphérique homogène, de rayon r, et dont le centre O soit situé à la distance $a = r + h$ du point A ; de sorte que h soit la distance AB du point A à la surface.

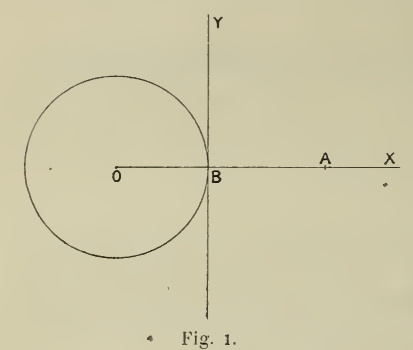


Fig. 1.

L'attraction subie par le point A sera égale à

$$X = \frac{f\rho \times 4\pi r^2}{a^2} = \frac{f\rho \times 4\pi r^2}{(h+r)^2},$$

si le centre O est au delà du point B par rapport au point A (fig. 1); elle sera égale à

$$X = \frac{f\rho \times 4\pi r^2}{(h-r)^2},$$

si le point O est situé entre les points A et B, et que r soit plus petit que $\frac{1}{2}h$, auquel cas le point A reste extérieur à la sphère (fig. 2); mais si r est plus grand que $\frac{1}{2}h$, le point A devient intérieur, et l'attraction X devient nulle, quel que soit r.

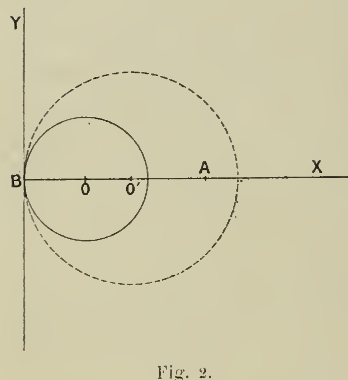


Fig. 2.

On peut représenter par les ordonnées d'une courbe les valeurs successives de X, lorsqu'on laisse h constant et qu'on donne à r toutes les valeurs réelles possibles. Prenons pour axes la droite BA prolongée et la tangente BY commune à tous les cercles. Posons d'une manière générale

$$y = \frac{x^2}{(h-x)^2}, \tag{1}$$

l'abscisse x recevant toutes les valeurs de $-\infty$ à $\frac{1}{2}h$, et construisons la courbe des valeurs de y, en faisant choix d'échelles arbitraires pour les x et les y. On voit qu'à chaque centre O défini par une valeur de x, correspondra une valeur de y qui, multipliée par le facteur constant $4\pi f\rho$, fera connaître la valeur de l'attraction X qui correspond à la distance AO. Mais au delà de $x = \frac{1}{2}h$, il faudra laisser de côté l'équa-

tion (1) et poser $y=0$, quel que soit x, pour qu'on ait encore $X=4\pi f\rho y$, en même temps que $X=0$. Faisons pour simplifier $h=1$.

La suite des valeurs de y définit donc, d'une part, la courbe EBC, représentée par l'équation (1), entre $x=-\infty$ et $x=\frac{1}{2}$; elle est asymptote à la droite $y=1$; et, d'autre part, l'axe des x lui-même, à partir du

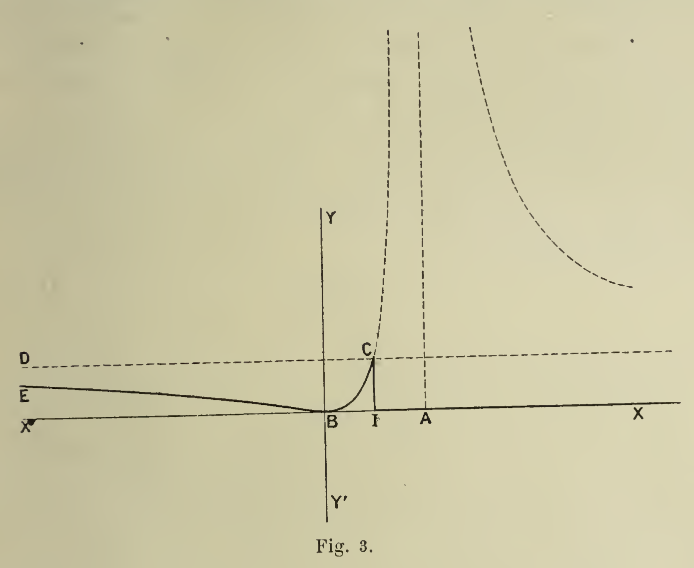


Fig. 3.

point I, milieu de la distance BA, c'est-à-dire entre $x=\frac{1}{2}$ et $x=+\infty$. Ce même ensemble discontinu représente, au facteur $4\pi f\rho$ près, les valeurs successives de l'attraction X, quand on fait varier le rayon r des couches sphériques tangentes en B au plan normal à BA. Le tracé ponctué indique le lieu complet de l'équation (1), prolongé pour toutes les valeurs de l'abscisse.

Si l'on considère sur cette courbe l'ensemble des valeurs de X, on reconnaît sur-le-champ que X a la même valeur, $4\pi f\rho$, lorsque l'on a $x=\frac{h}{2}$, et lorsque l'on fait $x=-\infty$; en d'autres termes, les deux couches sphériques tangentes à YY' au point B, dont l'une passe au point A, et dont l'autre a un rayon infini, et a son centre situé au delà du plan YY', exercent sur le point A des attractions égales. Plus généralement, deux couches sphériques tangentes au point B, et ayant leurs centres, l'un entre B et A, l'autre à gauche du point B, exercent sur le point A des attractions égales, lorsque les centres sont conjugués harmoniques par rapport aux points A et B. Si, au contraire, on fait $x=+\infty$, la courbe montre que l'on a $X=0$; de sorte qu'on trouve des résul-

tats différents, 0 et $4\pi f\rho$, pour l'attraction-limite d'une couche de rayon de plus en plus grand, suivant que le centre de cette couche est situé à droite ou à gauche du point B. Or, en même temps que le rayon de la sphère augmente, la couche sphérique, qui passe toujours au point B, se transforme en son plan tangent YY′ en ce point; de sorte que, si l'on applique la méthode des limites, on arrive à des résultats contradictoires. On attribue, en effet, au plan indéfini YY′ l'attraction $4\pi f\rho$, quand on le considère comme la limite des sphères tangentes à gauche de ce plan, et une attraction nulle, quand on le considère comme la limite des sphères tangentes à droite du même plan.

La loi de l'attraction des surfaces cylindriques indéfinies conduit à la même contradiction, quand on fait grandir indéfiniment le rayon de la surface. On a, en effet, pour l'attraction exercée par une telle surface sur un point extérieur,

$$X = \frac{4\pi f\rho r}{h+r},$$

si la surface cylindrique est située au delà du plan tangent YY′ par rapport au point attiré, expression qui tend, pour r infini, vers la limite $4\pi f\rho$; et $X = 0$, lorsque la surface cylindrique est du même côté de YY′ que le point A, et d'un rayon assez grand pour englober ce point; de sorte que, pour un rayon infiniment grand, la surface cylindrique se transformant en son plan tangent, il semble que l'attraction du plan indéfini, supposé massif et doué partout de la masse ρ par unité de surface, soit égale à $4\pi f\rho$ ou à zéro, suivant qu'on le considère comme la limite des cylindres tangents au plan, du côté du point A ou du côté opposé.

Attraction du plan homogène indéfini.

On est ainsi conduit à deux résultats contradictoires, qui ne font pas connaître l'attraction du plan indéfini, et il est nécessaire d'en chercher directement la valeur.

Soient A le point attiré, YOZ le plan attirant. Prenons pour origine O la projection du point A sur le plan; la droite OA prolongée sera l'axe OX; menons par le point O dans le plan deux autres axes rectangulaires, OY, OZ.

Soit $OA = h$ la distance du point au plan.

Partageons le plan en anneaux concentriques, par des cercles décrits du point O comme centre avec des rayons r et $r + dr$. Considérons un élément de surface $d\omega$, compris entre deux cercles consécutifs et deux rayons issus du point O, formant entre eux un angle infiniment

petit. Soit M cet élément. L'attraction exercée par le point A est dirigée suivant la droite AM, et égale à

$$\frac{f\rho d\omega}{u^2},$$

en appelant ρ la masse du plan par unité de surface, et u la distance AM. Cette action projetée sur AO a pour composante

$$\frac{f\rho \cos \alpha d\omega}{u^2},$$

en désignant par α l'angle MAO. Mais cos α est le rapport de OA à AM, et est égal à $\frac{h}{u}\cdot$ On a donc, pour l'attraction élémentaire estimée suivant la direction AO

$$\frac{f\rho h d\omega}{u^3}.$$

Z
B
M
O
A
X
C
Y

Fig. 4.

Les attractions des autres éléments de la couronne annulaire BC, comprise entre les deux circonférences r et $r + dr$, font toutes le même angle avec AO, et à toutes correspond une même valeur de u. Leurs composantes normales à AO se détruisent, tandis que leurs composantes suivant AO s'ajoutent, et on aura pour l'attraction dX de l'anneau complet, en faisant porter l'intégration sur le facteur $d\omega$,

$$dX = \frac{f\rho h \times 2\pi r dr}{u^3}.$$

Le triangle AOM, rectangle en O, donne la relation

$$u^2 = h^2 + r^2,$$

d'où l'on déduit, en différentiant,

$$udu = rdr;$$

et l'on a, en chassant la variable r pour ne conserver que la variable u,

$$dX = \frac{2\pi f\rho h \times udu}{u^3} = \frac{2\pi f\rho h du}{u^2} = -2\pi f\rho h d\left(\frac{1}{u}\right).$$

Limitons le plan attirant à un cercle décrit du point O comme centre avec un rayon R arbitraire. La variable u variera de $u = h$ pour $r = 0$, à $u = \sqrt{h^2 + R^2}$ pour $r = R$, et l'attraction totale exercée

par le disque circulaire de rayon R sur le point A placé sur son axe est, en définitive,

$$
\begin{aligned}
X &= 2\pi f \rho h \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{\sqrt{h^2 + R^2}} \right) \\
&= 2\pi f \rho \left(1 - \frac{h}{\sqrt{h^2 + R^2}} \right) \\
&= 2\pi f \rho \, (1 - \cos \varphi) \\
&= 4\pi f \rho \sin^2 \frac{\varphi}{2},
\end{aligned}
$$

φ étant l'angle que forme avec la droite AO le rayon mené du point A à l'un quelconque des points du cercle de rayon R qui limite la région attirante, ou encore le demi-angle sous lequel on voit cette région du point A attiré.

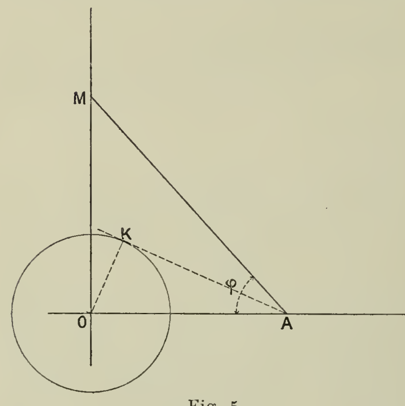


Fig. 5.

Si l'on cherche quel rayon b il faudrait donner à une surface sphérique, dont le centre serait au point O, pour que l'attraction exercée sur le point A fût égale à celle du disque plan de rayon $R = OM$, les masses par unité de surface étant les mêmes, on aurait à déterminer ce rayon par l'équation

$$\frac{f \times 4\pi b^2 \times \rho}{h^2} = 4\pi f \rho \sin^2 \frac{\varphi}{2},$$

d'où l'on déduit

$$b = h \sin \frac{\varphi}{2}.$$

Il suffit donc de mener la bissectrice AK de l'angle $\varphi = MAO$; puis de prendre pour le rayon b de la couche sphérique équivalente, la longueur OK de la perpendiculaire abaissée du point O sur cette bissectrice AK.

Faisons croître indéfiniment le rayon R, ou, ce qui revient au même, faisons tendre l'angle φ vers l'angle droit. L'attraction X tend vers la limite

$$X = 2\pi f \rho,$$

en remplaçant $\sin^2 \frac{\varphi}{2}$ par le carré de $\frac{1}{\sqrt{2}}$. Telle est la valeur de l'attraction exercée par le plan indéfini YOZ sur le point A. On voit que cette

expression est indépendante de la distance h, et qu'elle est la moyenne entre les résultats obtenus tout à l'heure, $4\pi f\rho$ et 0, quand on considérait le plan comme la limite de surfaces sphériques tangentes au point O au plan YOZ, les unes à gauche, les autres à droite de ce plan.

L'attraction X reste constante quel que soit h. Ce fait est une conséquence immédiate du principe de la similitude. Considérons dans le plan un élément de surface $d\omega$, infiniment petit dans les deux sens, et soit F l'attraction qu'il exerce sur le point A. Si l'on transporte le point A en A', de la distance h à la distance h', le cône qui a le point A pour sommet et l'aire $d\omega$ pour base, déplacé parallèlement à lui-même avec le point A, interceptera sur le plan dans sa seconde position une aire $d\omega'$, qui sera égale à $d\omega \times \frac{h'^2}{h^2}$. La force attractive exercée par cette aire sur le point A' se déduira de la force F en la multipliant par le rapport des masses attirantes, c'est-à-dire par le rapport des aires $\frac{d\omega'}{d\omega} = \frac{h'^2}{h^2}$, et en divisant le produit par le rapport des carrés des distances, ce qui revient à multiplier par $\frac{h^2}{h'^2}$. Ces deux opérations se détruisent l'une l'autre, et conservent à la force F sa valeur. On retrouve donc autour du point A' les mêmes forces attractives qu'autour du point A, comme directions et comme grandeurs ; les résultantes sont par conséquent les mêmes et restent indépendantes de la distance h. Il en est approximativement de même, quand la distance h reste très petite par rapport au rayon R du cercle qui limite la région attractive, pourvu qu'elle ne soit ni nulle, ni négative ; car l'attraction tombe brusquement à zéro quand le point attiré fait partie du plan attirant, et elle reprend sa valeur constante, mais avec un sens contraire, quand le point attiré passe de l'autre côté du plan.

Un plan matériel homogène, indéfini en tous sens, est le type des systèmes matériels qui produisent une attraction constante en grandeur et en direction sur l'unité de masse placée où l'on voudra d'un côté déterminé du plan. A une combinaison quelconque de plans homogènes indéfinis en tous sens, correspond une résultante d'attractions constante en grandeur et en direction sur tout point de masse égale à l'unité, placé où l'on voudra dans l'une des régions finies ou indéfinies, dans lesquelles ces plans partagent l'espace. La résultante change quand on passe d'une de ces régions à l'autre.

Une tranche à faces parallèles, indéfinie dans les deux sens, et formée de plans matériels juxtaposés, ayant chacun une masse spécifique uniforme, exerce, sur un point extérieur de masse égale à l'unité, une attraction constante en grandeur et en direction, égale à $2\pi f M$, M dé-

signant la masse totale de la tranche rapportée à l'unité de surface, prise dans l'un des plans qui la limitent extérieurement.

Examen du paradoxe déduit de la loi d'attraction des sphères.

Il nous reste à rendre compte, s'il est possible, de ce fait singulier, que l'attraction de couches sphériques ou cylindriques, tangentes à un même plan, et dont on fait croître indéfiniment le rayon, a pour limite $4\pi f\rho$ ou zéro, suivant que le contact a lieu du côté opposé au point attiré ou du même côté que ce point; tandis que l'attraction du plan, limite de ces sphères ou de ces cylindres, est égale à $2\pi f\rho$, c'est-à-dire à la moyenne entre les deux résultats.

Soit OB une surface sphérique homogène, et A un point extérieur. Menons le plan polaire HH' du point par rapport à la sphère. Ce plan partage la surface sphérique en deux régions HBH' et HB'H', dont les attractions sur le point A sont égales.

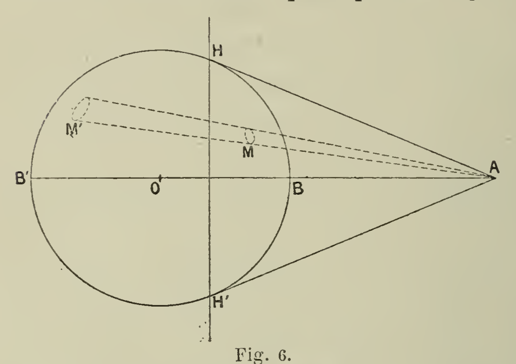


Fig. 6.

En effet, menons du point A un cône d'ouverture infiniment petite, qui pénètre au dedans de la sphère suivant un contour M, et qui en sort suivant un autre contour M'. Les deux surfaces élémentaires M et M', dont l'une est située dans la région HBH', l'autre dans la région HB'H', occupent dans le cône des positions anti-parallèles, et l'on a, par conséquent, en appelant $d\omega$, $d\omega'$ les aires de ces deux éléments,

$$\frac{d\omega}{d\omega'} = \frac{\overline{AM}^2}{\overline{AM'}^2},$$

ou bien

$$\frac{d\omega}{\overline{AM}^2} = \frac{d\omega'}{\overline{AM'}^2},$$

relation qui exprime l'égalité des attractions exercées sur le point A par les deux éléments correspondants M et M'. Les deux régions se décomposent ainsi en éléments deux à deux équivalents, au point de vue de l'attraction exercée; de là résulte l'égalité entre l'attraction totale de la calotte sphérique HBH' qui est vue du point A, et l'attraction de la calotte HB'H' qui complète la surface de la sphère.

Lorsque le point A est intérieur, tout plan mené par le point A par-

tage la surface de la sphère en deux régions, dont les attractions, égales et de sens opposés, se font équilibre. Parmi ces plans, nous en considérerons un en particulier, celui qui est normal à la droite AO, menée du point A au centre de la couche sphérique.

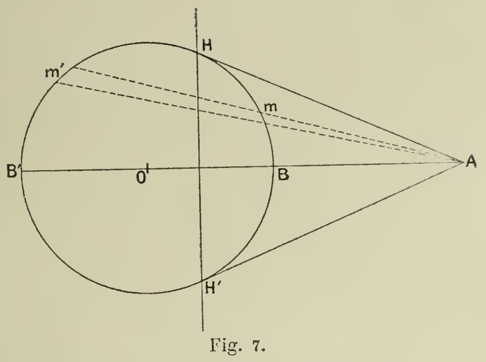


Fig. 7.

Il en est de même pour la surface cylindrique indéfinie à base circulaire. Le plan polaire du point A, extérieur au cylindre, partage aussi la couche cylindrique en deux régions équivalentes, au point de vue des attractions exercées sur ce point A. En effet, si l'on appelle ds et ds' les deux arcs infiniment petits, m et m', interceptés sur la circonférence de section droite par deux rayons infiniment voisins, émanés du point A, on aura la proportion

$$\frac{ds}{\mathrm{A}m} = \frac{ds'}{\mathrm{A}m'},$$

relation qui entraîne l'égalité des deux attractions exercées sur le point A sur les deux bandes infiniment minces, projetées l'une en m et l'autre en m', et, par suite, l'égalité des deux attractions exercées par la région projetée en HBH', et par la région complémentaire HB'H'. Lorsqu'au contraire le point A est situé au dedans du cylindre, tout plan mené par ce point, et, en particulier, le plan mené perpendiculairement à la droite AO, abaissée du point A perpendiculairement à l'axe, partage la surface en deux régions dont les attractions sont égales et opposées, et se font équilibre.

Examinons ce que deviennent ces deux régions HBH', HB'H', lorsque, les points A et B restant fixes, le rayon OB croît indéfiniment. Nous n'avons qu'à chercher le lieu décrit par le point de contact H de la tangente issue du point A, lorsqu'on fait varier la position du point O sur la droite XX'.

Nous prendrons pour axe des x la droite BA prolongée, et pour axe des y la droite BY perpendiculaire à BA. Le point de contact B sera l'origine. Nous ferons

$$\mathrm{BA} = h, \text{ quantité constante,}$$

et

$$\mathrm{BO} = r, \text{ paramètre variable.}$$

Le point H du lieu s'obtiendra en décrivant, du point O comme centre, un arc de cercle BH, et en menant à cet arc une tangente AH à

partir du point A. On peut observer qu'on aurait le même point H, en menant par A une transversale arbitraire et en prenant KH = BK. Les coordonnées de H sont

$$x = - \mathrm{IB},$$
$$y = \mathrm{IH};$$

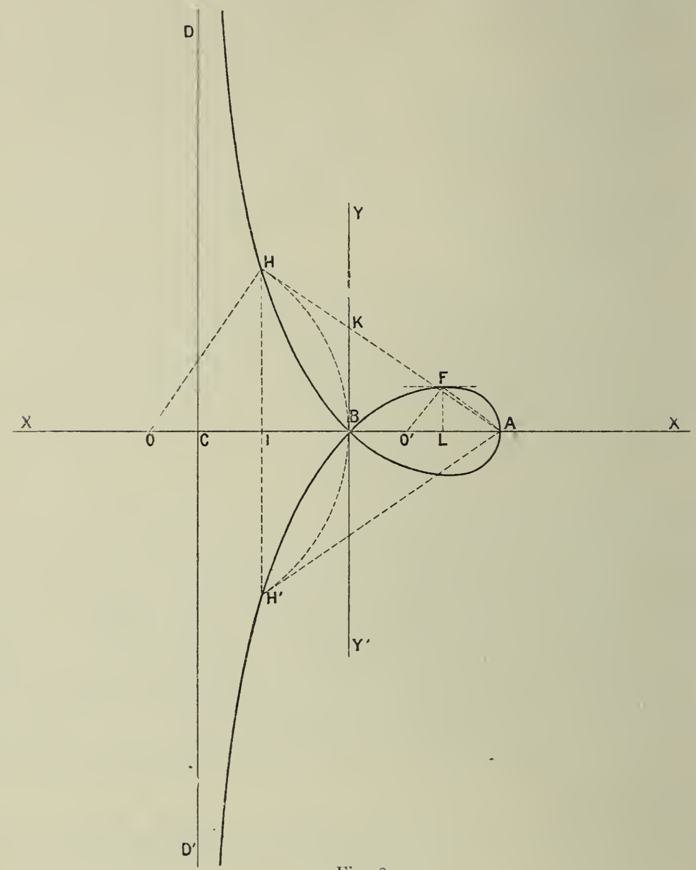


Fig. 8.

et le triangle OHA, rectangle en H, donne successivement :

$$\mathrm{OI} = \frac{\overline{\mathrm{OH}}^2}{\mathrm{OA}} = \frac{r^2}{r+h},$$

$$\mathrm{IB} = r - \frac{r^2}{r+h} = \frac{hr}{r+h} = -x,$$

$$\mathrm{IH} = y = \sqrt{\mathrm{OI} \times \mathrm{IA}} = \sqrt{\frac{r^2}{r+h} \times \left(h + \frac{hr}{r+h}\right)}$$

$$= \frac{r}{r+h}\sqrt{(r+h)^2 - r^2}.$$

Entre ces deux dernières relations éliminons r. Il vient d'abord

$$r = -\frac{hx}{h+x},$$

puis

$$y = \pm x\sqrt{\frac{h-x}{h+x}},$$

équation qui ne contient plus le paramètre variable, et qui est par conséquent l'équation du lieu. La courbe, du troisième ordre, est une *strophoïde*. Elle a à l'origine B un point double, et ses deux branches sont respectivement tangentes aux bissectrices des angles formés par les axes. Elle passe au point A, pour $x = h$. Elle a pour asymptote la droite DD′ représentée par l'équation $x + h = 0$, et que l'on obtient en menant une parallèle à la droite BY, à la distance BC = BA = h, de l'autre côté de la droite BY par rapport au point A.

Entre les points B et A, la courbe dessine une boucle BFAF′, et l'ordonnée y passe en un point F par un maximum. L'abscisse du maximum, $x =$ BL, est le plus grand segment de la droite BA partagée en moyenne et extrême raison. Au point F correspond un certain centre O′, que l'on obtient en élevant une perpendiculaire FO′ sur la droite AF. On aura donc l'égalité BO′ = O′F; de plus, on reconnaît aisément que le point O′ partage aussi la droite BA en moyenne et extrême raison, de sorte que l'on a BO′ = AL.

Comme cas particuliers, le lieu comprend, quand on fait varier h,

Les deux bissectrices des angles des axes, pour h infiniment grand;

Les deux droites imaginaires $y = \pm x\sqrt{-1}$ lorsque h devient nul.

A mesure que le rayon $r =$ OB devient de plus en plus grand, l'arc de cercle HBH′ se rapproche de plus en plus de la tangente Y′Y dans la région voisine du point de contact B; les extrémités H et H′ se rapprochent de plus en plus de la droite DD′ parallèle à YY′. A la limite, l'arc HBH′ se transforme en la droite YY′ elle-même, car le point à l'infini sur la droite CD peut être considéré comme appartenant à la droite BY qui lui est parallèle.

Quant aux divers points de l'arc complémentaire HB′H′, ils se perdent tous à l'infini, quand le rayon OB grandit au delà de toute limite.

On voit par là que le plan tangent à la sphère ou au cylindre de rayon variable n'est en réalité la limite que de la calotte sphérique H′BH que l'on aperçoit du point A, ou de la portion de surface cylindrique qui est vue du même point. Lorsqu'on passe des sphères ou des cylindres au plan tangent, on supprime l'attraction des portions complémentaires H′B′H, ce qui revient à réduire à moitié l'attraction des surfaces com-

plètes; de $4\pi f\rho$ qu'elle était à la limite, elle tombe à $2\pi f\rho$, comme le calcul direct nous l'a montré.

Lorsque le point A est intérieur à la surface, le plan P, conduit par ce point perpendiculairement au rayon AO, partage la surface de la sphère ou du cylindre projeté en BB', en deux régions d'attractions équivalentes. De ces deux régions, l'une HBH' se confond avec le plan tangent YY' quand le point O s'éloigne indéfiniment vers la droite, tandis que la portion complémentaire HB'H' se perd à l'infini dans toute direction à droite du point A. Passer de la sphère ou du cylindre au plan, c'est supprimer, en réalité, toute cette portion complémentaire, et laisser subsister seulement l'attraction de la partie HBH' qui a pour limite $2\pi f\rho$, et n'est plus contre-balancée par l'attraction égale et contraire de la portion supprimée.

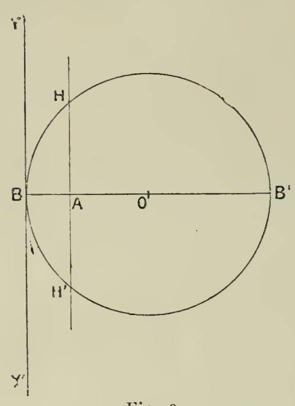


Fig. 9.

Le paradoxe nous semble expliqué par cette observation.

Recherche directe de l'attraction d'une sphère homogène pleine sur un point extérieur.

Au lieu de déduire l'attraction d'une sphère pleine de l'attraction d'une couche sphérique, supposée connue, il est peut-être plus simple de chercher d'abord l'attraction de la sphère pleine, pour en déduire celle de la couche sphérique. La solution directe de ce nouveau problème est une conséquence immédiate de l'attraction connue d'un disque circulaire plan sur un point A situé sur son axe de figure. L'attraction de la sphère massive s'en déduit, en effet, sans nouvelle intégration.

Soit $OB = r$ le rayon de la sphère;

$OA = a$ la distance du centre au point attiré;

$Op = x$ l'abscisse d'un plan mené perpendiculairement à la droite OA, et coupant la sphère suivant un cercle projeté en Mm;

$Op' = x + dx$ l'abscisse d'un second plan parallèle au premier, qui détermine avec lui dans la sphère une tranche attractive $Mmm'M'$;

$AM = u$ la distance du pourtour de cette tranche au point A.

Appelons dX l'attraction de la tranche. On aura, en appelant ρ la masse spécifique de la sphère, ce qui revient à représenter par ρdx la masse par unité de surface du disque attirant,

$$dX = 2\pi f\rho dx\left(1 - \frac{a-x}{u}\right).$$

Chassons la variable x, et conservons seulement la variable u. Le triangle OMA nous donne, en appelant α l'angle MAO,

$$\begin{aligned} r^2 &= a^2 + u^2 - 2au \cos\alpha \\ &= a^2 + u^2 - 2a(a - x). \end{aligned}$$

On en déduit, par la différentiation,

$$udu = -adx.$$

Donc

$$dX = 2\pi f\rho \left(\frac{-udu}{a}\right)\left(1 - \frac{a^2 + u^2 - r^2}{2au}\right) = -\frac{\pi f\rho}{a^2}\left(r^2 - (a - u)^2\right) du.$$

L'attraction totale de la sphère est l'intégrale de cette expression prise entre les limites $x = -r$ et $x = +r$, c'est-à-dire entre $u = a + r$ et $u = a - r$, ou encore entre $u = a - r$ et $u = a + r$, en chan-

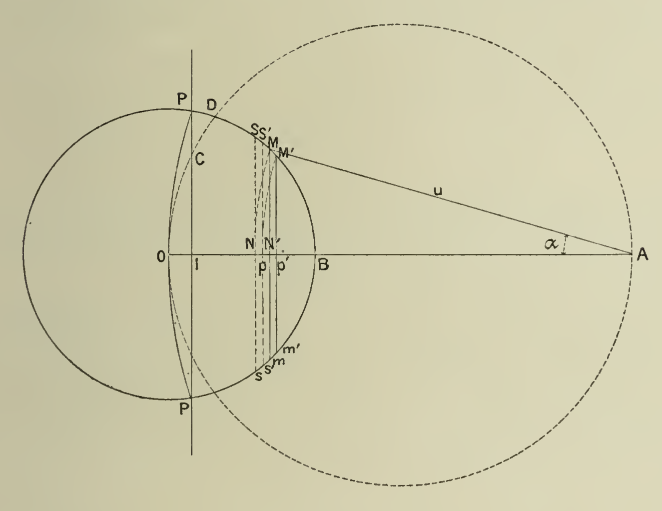


Fig. 10.

geant le signe de la différentielle. On peut observer que la fonction à intégrer est une fonction entière de la variable u.

Mais il est inutile de faire cette intégration. Rabattons $AM = u$ en AN sur la droite AO, en décrivant, du point A comme centre, un arc de cercle avec AM pour rayon. Au point N correspond dans le grand cercle de la sphère une ordonnée NS, qui sera donnée par l'équation

$$r^2 = (a - u)^2 + \overline{NS}^2;$$

donc $\overline{NS}^2$ est la valeur de la différence $r^2 - (a - u)^2$ qui multiplie du

dans la différentielle à intégrer. L'intégrale à chercher est donc, au facteur constant $\frac{f\rho}{a^2}$ près, la somme

$$\int_{a-r}^{a+r} \pi \times \overline{\mathrm{NS}}^2 \times du,$$

qui n'est autre chose que le volume de la sphère. Si l'on appelle V ce volume, on aura, en définitive,

$$\mathrm{X} = \frac{f\rho \mathrm{V}}{a^2} = \frac{f\mathrm{M}}{a^2},$$

M désignant la masse totale. L'attraction est la même que si cette masse était concentrée au point O.

Veut-on, de là, passer à l'attraction de la couche de rayon r et d'épaisseur dr, il suffira d'observer que cette attraction est égale à $\frac{f\rho d\mathrm{V}}{a^2}$, en appelant $d\mathrm{V}$ le volume de la couche qui s'ajoute au volume de la sphère. Or, $d\mathrm{V} = \mathrm{S}dr$, en appelant S la surface sphérique; il en résulte que l'attraction de la couche a pour valeur

$$\frac{f\rho \times \mathrm{S}dr}{a^2},$$

ce qui étend à la couche sphérique la propriété reconnue pour la sphère massive. On passera facilement ensuite de là au cas du point intérieur.

On obtient en même temps ces théorèmes :

L'attraction qu'exerce sur le point A un segment sphérique à une base, MmB, dont le sommet B est situé sur la droite OA entre les points O et A, est égale à celle que la masse du segment SsB, obtenu en prenant AN = AM et en menant par le point N le plan Ss normal à OA, exercerait sur le point A, si elle était concentrée au centre O de la sphère.

Si, du point A comme centre avec AO pour rayon, on décrit une surface sphérique, le plan PP de l'intersection des deux sphères partage le volume de la sphère donnée en deux portions, dont les attractions sur le point A sont égales.

De même la surface sphérique décrite sur OA comme diamètre, partage la sphère donnée en deux volumes dont les attractions sur le point A sont les mêmes.

En rapprochant ces deux énoncés, on voit que le volume engendré par la révolution entière de l'aire OCI autour de OA, et le volume engendré par la révolution entière de l'aire CPD autour du même axe, exercent sur le point A des attractions égales.

M. Samuel ROBERTS

à Londres.

SUR LE 25e PROBLÈME DU 5e LIVRE DE DIOPHANTE ET LA SOLUTION PAR FERMAT

— *Séance du 13 août 1886.* —

1. Dans un mémoire sur un problème de Fermat (*Bull. de la Soc. math. de France,* séance du 2 décembre 1885), M. Paul Tannery rappelle l'affirmation de Fermat, qu'il avait découvert une solution générale du problème en question, dont il donne un résultat numérique et particulier à l'appui de sa déclaration.

D'après M. Tannery, on ne sait pas comment Fermat était parvenu à son résultat, encore moins le procédé dont il se servit dans le cas général.

En étudiant le travail de M. Tannery, j'ai retrouvé le résultat particulier et, de plus, un procédé que l'on peut appeler général et dont Fermat pouvait très probablement être en possession.

Comme un certain intérêt s'attache toujours à la vérification, non pas de la bonne foi, mais de l'exactitude des assertions de Fermat à l'égard d'énoncés de ce genre, j'ai pensé qu'il serait utile de mettre mes conclusions en évidence.

2. Diophante se propose de trouver trois carrés tels que, si l'on retranche successivement chacun d'eux du produit des trois, les restes soient des carrés. La question se réduit au problème de trouver trois triangles rectangulaires numériques tels que le produit des trois perpendiculaires, multiplié par le produit des trois hypoténuses, soit un carré. Jusqu'ici son raisonnement est facile. Il suppose, ensuite, un triangle rectangulaire donné dont les côtés sont 5, 4, 3, et se met à résoudre l'équation

$$a_1 c_1 = 5 a_2 c_2, \tag{1}$$

où les deux hypoténuses sont désignées par a_1, a_2, et les deux perpendiculaires par c_1, c_2. Mais ici le texte devient corrompu à tel point que la méthode reste problématique.

Dans sa note sur le problème, Bachet donne une solution

$$\begin{array}{l} 5.\ \ 4.\ \ 3 \\ 13.\ 12.\ \ 5 \\ 65.\ 63.\ 16 \end{array}$$

où $$65.\ 16.\ 13.\ 12.\ \ 5.\ 3 = \square.$$

On peut obtenir d'autres solutions de cette sorte*. Mais elles ne satisfont pas à la condition imposée dans le texte.

3. Suppléant à la note de Bachet, Fermat met (en effet) l'équation

$$q(p^2+q^2)=\frac{m}{n}s(p^2+s^2),$$

ou

$$\frac{q^3-\frac{m}{n}s^3}{\frac{m}{n}s-q}=\square\,;$$

mais par erreur il résout

$$\frac{\frac{m}{n}q^3-s^3}{\frac{m}{n}s-q}=\square,$$

équation résoluble en remplaçant q par $X+m-n$, s par $m-n$; puisqu'on aura

$$\{m(X+m-n)^3-n(m-n)^3\}\ \{m(m-n)-n(X+m-n)\}=\square,$$

le terme constant étant un carré positif. Ayant reconnu son erreur, Fermat ajoute :

Quæstionem ipsam Diophantæam novo iterum examini subjicientes et methodum nostram seduli consulentes tandem generaliter soluimus. Exemplum tantum subjiciemus confisi numeros ipsos satis indicaturos non sorti, sed acti solutionem deberi, in propositione Diophanti quærenda duo triangula rectangula eâ conditione est productum sub hypotenusâ unius, et perpendiculo ad productum sub hypotenusâ et perpendiculo alterius « habeat rationem quam 5 ad 1 ».

« *En duo triangula, primum cujus hypotenusa* 48543669109, *basis* 36083779309, *perpendiculum* 32472275580, *secundum cujus hypotenusa* 42636752938, *basis* 41990695480, *perpendiculum* 7394200038. »

4. Reportons-nous au cas spécial $\frac{m}{n}=5$. Si nous posons

$$(q^3-5s^3)(5s-q)=(5s-q)^2p^2=\square,$$

les valeurs $q=2$, $p=s=1$ donnent le système évident

5,	4,	3
5,	4,	3
2,	2,	0.

* Par exemple

5,	4,	3
13,	12,	5
65,	60,	25

Multipliant par t^4 et remplaçant tq par $X+2$, ts par $X+1$, on aura :

$$-16X^4-48X^3-39X^2+3X+9=\square=\left(3+\frac{X}{2}+hX^2\right)^2$$

donnant :

$$h=-\frac{157}{24}, \qquad X=-\frac{199.24}{6773}.$$

Les valeurs que l'on en tire pour tq, ts, tp sont :

$$\frac{8770}{6773}, \qquad \frac{1997}{6773}, \qquad \frac{205703}{9.6773},$$

ou en prenant $t=9.6773$

$$q=9.8770, \qquad s=9.1997, \qquad p=205703,$$

nombres qui donnent la solution de Fermat.

Également on peut remplacer tq par $aX+2$, ts par $bX+1$; le résultat sera le même à un facteur commun près, mais il convient souvent de faire $b=0$, $a=1$.

5. Une solution distincte résulte quand on remplace $aX+2$ par $\frac{q}{s}$, $bX+1$ par $\frac{p}{s}$ dans l'équation

$$q(p^2+q^2)-5s(p^2+s^2)=0.$$

Le coefficient de X étant $13a-6b$, si l'on pose $a=6$, $b=13$, on aura :

$$6(13^2+6^2)X+(6^3+12.13-3.13^2)=0,$$

d'où l'on tire :

$$X=\frac{q}{2}, \qquad \frac{q}{s}=6X+2=\frac{218}{82}, \qquad \frac{p}{s}=13X+1=\frac{199}{82}.$$

M. Tannery a donné cette solution. Il y parvient en faisant usage de la transformée

$$x^3-75x-650=\square.$$

Il prend pour la forme du carré $(40+hX)^2$. En prenant la forme $(40+kX+hX^2)^2$, il aurait rencontré la solution de Fermat.

6. Maintenant, à propos de la déclaration par Fermat qu'il avait résolu la question généralement, il est possible qu'il n'avait pas l'intention de dire qu'il avait résolu

$$a_1c_1=ma_2c_2,$$

m désignant un nombre arbitraire, mais seulement en supposant que m soit l'hypoténuse d'un triangle rectangulaire donné. En effet, celle-ci est l'idée de Diophante.

Supposons donc un triangle donné ayant les côtés

$$\lambda(\mu^2+\nu^2), \qquad 2\lambda\mu\nu, \qquad \lambda(\mu^2-\nu^2).$$

L'égalité

$$\frac{2\lambda.\,2pq.\,2\lambda(p^2+q^2)}{2\dfrac{p}{\mu}s\left(\dfrac{p^2}{\mu^2}+s^2\right)}=2\lambda\mu\nu.\,\lambda(\mu^2+\nu^2) \qquad (a)$$

est satisfaite par les valeurs

$$p=\mu, \qquad q=\nu=s=1.$$

Si $2\lambda\mu\nu$ est un carré ($4k^2$), l'équation prend la forme

$$\frac{\lambda.\,2pq.\,\lambda(p^2+q^2)}{k.\,2\dfrac{p}{\mu}s.\,k\left(\dfrac{p^2}{\mu^2}+s^2\right)}=\lambda(\mu^2+\nu^2)=\text{hypoténuse.}$$

La résolution de (a) se trouve ramenée à rendre carré :

$$(2q^3-ms^3)(ms-2\mu^2q)=\frac{p^2}{\mu^2}=\square$$

où

$$m=\nu(\mu^2+\nu^2),$$

remplaçons $\dfrac{q}{s}$ par $\mathrm{X}+\nu$ et supposons que la forme du carré soit :

$$\left(\nu^3-\mu^2\nu+(3\nu^2-\mu^2)\mathrm{X}+h\mathrm{X}^2\right)^2$$

on aura :

$$h=-\frac{3\nu^4+12\mu^2\nu^2+\mu^4}{2(\nu^3-\mu^2\nu)},$$

$$\frac{q}{s}=\mathrm{X}+\nu=\frac{\nu\left\{\begin{array}{c}(3\nu^4+12\mu^2\nu^2+\mu^4)^2+16\mu^2\nu^2(\nu^2-\mu^2)^2+8\nu^2(\nu^2-\mu^2)^2(\nu^2-7\mu^2)\\ +4(\nu^2-\mu^2)(3\nu^2-\mu^2)(3\nu^4+12\mu^2\nu^2+\mu^4)\end{array}\right\}}{(3\nu^4+12\mu^2\nu+\mu^4)^2+16\mu^2\nu^2(\nu^2-\mu^2)^2}.$$

Désignant par a, b, c, les côtés du triangle :

$$\mu^2+\nu^2, \qquad 2\mu\nu, \qquad \nu^2-\mu^2,$$

on trouve :

$$h=-\frac{4a^2-2c^2+ac}{2\nu c},$$

$$\frac{q}{s}=\nu\frac{16a^3+13ac^2+24a^2c}{16a^3-11ac^2+8a^2c-4c^3}.$$

De plus :

$$-\left(\nu c+(a+2c)\mathrm{X}+h\mathrm{X}^2\right)=\frac{ms-2\mu^2q}{\mu s^2}p,$$

$$\mathrm{X}=\nu\frac{4c^3+24ac^2+16ac^2}{16a^3-11ac^2+8a^2c-4c^3},$$

$$\frac{ms-2\mu^2q}{s}=\frac{q\nu ac^3}{16a^3-11ac^2+8a^2c-4c^3};$$

d'où l'on tire :

$$\frac{p}{s}=\frac{\mu\{128a^4+240a^3c+136a^2c^2+33ac^3+8c^4\}}{3c\{16a^3-11ac^2+8a^2c-4c^3\}}.$$

Si l'on traite l'équation :

$$2q(p^2+q^2)\mu^2-\nu(\mu^2+\nu^2)s(p^2+\mu^2s^2)=0,$$

on a :

$$\frac{q}{s}=\nu\Big((\nu^2-\mu^2)X+1\Big),\qquad \frac{p}{s}=\mu\Big((\mu^2+3\nu^2)X+1\Big),$$

$$X=\frac{3(\nu^2-\mu^2)(\mu^2+\nu^2)}{2\Big(\nu^2(\nu^2-\mu^2)^2+\mu^2(\mu^2+3\nu^2)^2\Big)},$$

ou

$$\frac{q}{s}=\nu(cX+1),\qquad \frac{p}{s}=\mu\Big((2a+c)X+1\Big),$$

$$X=\frac{3c}{4a^2-2c^2}=\frac{3c}{4b^2+2c^2}.$$

Les expressions ci-dessus données renferment la solution de Fermat et celle de M. Tannery.

7. J'ai dit que les mots de Fermat n'indiquent pas nécessairement qu'il prétendait avoir résolu l'équation (1) pour un nombre arbitraire m entier ou fractionnaire. L'exemple numérique qu'il donne, appartient au cas moins général.

Mais il convient de citer le problème dont il fait mention dans sa correspondance avec Mersenne *.

Trouver deux triangles rectangles, en sorte que le contenu, sous le plus grand côté de l'un et sous le plus petit du même, soit en raison donnée au contenu sous le plus grand côté et le plus petit de l'autre. Voilà le problème nettement énoncé dans la forme la plus générale. Pour le moment, nous mettrons de côté la grandeur relative de la perpendiculaire.

Considérons l'équation :

$$\frac{K^2pq(p^2+q^2)}{L^2rs(r^2+s^2)}=\frac{m}{n},$$

où m peut être plus grand que n.

Dans sa note au 24e problème du 5e livre de Diophante, Fermat donne plusieurs solutions de l'équation :

$$\frac{uv(u^2-v^2)}{wx(w^2-x^2)}=\frac{m}{n},$$

* Cité par M. Marie, *Histoire des sciences*, etc., t. IV, p. 109. Communiqué à l'Académie des sciences, séance du 3 décembre 1882. Je n'ai pas vu cette note.

par exemple, il pose :

$$u = 2m + n, \quad v = m - n = x, \quad w = 2 + m;$$
$$u = 6m, \quad v = 2m - n, \quad w = 4m + n, \quad x = 4m - 2n;$$
$$u = m + 4n, \quad v = 2m - 4n, \quad w = 4n, \quad x = m - 2n.$$

Ces valeurs sont trouvées facilement, puisque nous avons les solutions :

$$u = 0, \quad w = x; \text{ et } u = v, \quad w = 0.$$

Mais en remplaçant p, q par $u^2 - v^2$, $2uv$; r, s par $w^2 - x^2$, $2wx$, on trouve :

$$\frac{pq(p^2+q^2)}{rs(r^2+s^2)} = \frac{2uv(u^2-v^2)(u^2+v^2)^2}{2wx(w^2-x^2)(w^2+x^2)^2},$$

en sorte que l'on peut faire :

$$\frac{(w^2+x^2)^2 pq(p^2+q^2)}{(u^2+v^2)^2 rs(r^2+s^2)} = \frac{m}{n},$$

et les côtés des deux triangles sont :

$$(w^2+x^2)(p^2+q^2), \quad (w^2+x^2)(p^2-q^2), \quad 2pq, (w^2+x^2),$$
$$(u^2+v^2)(r^2+s^2), \quad (u^2+v^2)(r^2-s^2), \quad 2rs\,(u^2+v^2),$$

Mais aussi, l'on peut résoudre :

$$\frac{uv(u^2-v^2)}{rs(r^2+s^2)} = \frac{m}{n} = \mathrm{M}.$$

Car, si l'on pose :

$$uv(u^2-v^2) - \mathrm{M}rs(r^2+s^2) = 0,$$

on aura, en remplaçant r, s par X, 1 ; u, v par aX $-$ 1, 1 :

$$(a\mathrm{X}-1)^3 - (a\mathrm{X}-1) - \mathrm{MX}(1+\mathrm{X}^2) = 0,$$

d'où l'on tire, $q = s$ et

$$\frac{p}{2m^2+8n^2} = \frac{q}{m^2-8n^2} = \frac{r}{6mn}.$$

Par conséquent, en posant $u^2 - v^2$ pour p, $2uv$ pour q, on peut avoir :

$$\frac{pq(p^2+q^2)}{(u^2+v^2)^2 rs(r^2+s^2)} = \frac{2uv(u^2-v^2)}{rs(r^2-s^2)} = \frac{m}{n}$$

en faisant :

$$\frac{uv(u^2-v^2)}{rs(r^2-s^2)} = \frac{m}{2n}.$$

La condition spéciale du problème, comme énoncé dans la correspondance, sera satisfaite, si l'on a :

$$p^2 - q^2 - pq = (u^2-v^2)^2 - 4u^2v^2 - 4uv(u^2-v^2) > 0,$$

cela arrivera pour m assez grand, si le coefficient de la plus grande puissance de m dans le premier membre de l'inégalité est positif.

Pour rendre m assez grand, on peut écrire mk^2 pour m.

Par exemple, si l'on pose :

$$u = 8m^2 + n^2, \qquad v = 6mn, \qquad w = 16m^2 - n^2, \qquad x = 3n^2,$$

on aura :

$$\frac{4uv(u^2 - v^2)}{ux(w^2 - x^2)} = \frac{m}{n}.$$

Le coefficient de m^8, la plus grande puissance de m dans chacune des expressions :

$$(u^2 - v^2)^2 - 4u^2v^2 - 4uv(u^2 - v^2),$$
$$(w^2 - x^2)^2 - 4w^2x^2 - 4wx(w^2 - x^2)$$

est positif.

De la même manière, j'ai résolu d'autres problèmes de Fermat, par exemple ces deux-ci :

« Trouver un triangle duquel l'aire ajoutée au quarré de la somme des deux petits côtés fasse un quarré. »

Voici le triangle :

205769, 190281, 78320.

« Trouver deux triangles rectangles dont les aires soient en raison donnée, en sorte que les deux petits côtés du plus grand triangle diffèrent par l'unité. »

M. TARRY

Contrôleur des Contributions diverses, à Alger.

GÉOMÉTRIE DE SITUATION : NOMBRE DE MANIÈRES DISTINCTES DE PARCOURIR EN UNE SEULE COURSE TOUTES LES ALLÉES D'UN LABYRINTHE RENTRANT, EN NE PASSANT QU'UNE SEULE FOIS PAR CHACUNE DES ALLÉES.

— Séance du 13 août 1886. —

J'appelle labyrinthe rentrant un labyrinthe tel qu'à chaque point de son parcours aboutisse toujours un nombre pair d'allées.

Les points du parcours auxquels aboutissent plus de deux allées seront les carrefours du labyrinthe.

Je désignerai spécialement sous le nom d'impasse toute allée dont les extrémités aboutissent à un même carrefour.

Théorème des impasses.

Si dans un labyrinthe rentrant on supprime une impasse, le nombre de parcours distincts du labyrinthe ainsi réduit, multiplié par le nombre de ses allées qui aboutissent au carrefour situé sur l'impasse supprimée, est égal au nombre de parcours distincts du labyrinthe primitif. On aura bien soin de compter pour deux allées chacune des autres impasses qui pourraient être annexées à ce carrefour.

Désignons par N le nombre de parcours distincts du labyrinthe réduit et par $2n$ le nombre de ses allées aboutissant au carrefour situé sur l'impasse supprimée.

Je dis que le nombre de parcours distincts du labyrinthe primitif est égal à $N \times 2n$.

En effet, considérons l'un quelconque des N parcours distincts du labyrinthe réduit.

Dans ce parcours on passera n fois par le carrefour de l'impasse supprimée, et à l'un quelconque de ces n passages l'on peut interrompre le parcours en arrivant au carrefour de l'impasse, parcourir entièrement cette impasse, ce qui peut se faire dans deux sens différents, et, revenu au carrefour, achever le parcours commencé.

Il résulte de là que chacun des N parcours distincts du labyrinthe réduit fournira $2n$ parcours distincts du labyrinthe primitif.

Les N parcours distincts du labyrinthe réduit fourniront ainsi $N \times 2n$ parcours du labyrinthe primitif.

Il est évident que ces $N \times 2n$ parcours du labyrinthe primitif sont tous distincts, et qu'il n'existe pas d'autres manières de parcourir en une seule course le labyrinthe primitif.

Le théorème est donc démontré.

Corollaire.

Si à un carrefour aboutissent $2(n+k)$ allées, dont $2k$ appartiennent à k impasses, le nombre de parcours distincts du labyrinthe proposé est égal au produit de $n(n+1)(n+2)\ldots\ldots(n+k-1)\,2^k$ par le nombre de parcours distincts du labyrinthe réduit obtenu par la suppression des k impasses du labyrinthe proposé.

En effet, ajouter successivement chacune de ces k impasses au labyrinthe réduit revient à multiplier successivement les nombres de parcours distincts par $2n$, $2(n+1)$, $2(n+2)$,.... $2(n+k-1)$

On voit que le théorème des impasses permet d'éliminer les impasses du labyrinthe proposé et de ramener le calcul du nombre de parcours distincts au cas où le labyrinthe ne possède plus d'impasses.

Théorème.

Étant donné un labyrinthe rentrant sans impasses et comprenant k carrefours, si l'on désigne par $2n$ le nombre d'allées aboutissant à l'un de ses carrefours, N, le nombre de parcours distincts du labyrinthe proposé est égal à la somme des nombres de parcours distincts de $1 \times 3 \times 5 \times 7 \ldots\ldots (2n - 1)$ labyrinthes rentrants ne comprenant plus que $k - 1$ carrefours.

Ces $1 \times 3 \times 5 \times 7 \ldots\ldots (2n - 1)$ labyrinthes nouveaux s'obtiennent en groupant en n couples de deux allées, de toutes les manières possibles, les $2n$ allées aboutissant au carrefour N, et en remplaçant ensuite, dans chacun de ces groupements, chaque couple de deux allées par une allée nouvelle joignant les deux carrefours où aboutissent les extrémités de ce couple d'allées ou, dans le cas particulier où les deux allées du couple aboutissent à un même carrefour, par une impasse passant par ce carrefour.

Groupons les $2n$ allées du carrefour N par couples de deux allées, de toutes les manières possibles.

Nous obtiendrons ainsi $(2n - 1)(2n - 3) \ldots\ldots 5 \times 3 \times 1$ groupements différents.

A chacun de ces groupements faisons correspondre tous les parcours du labyrinthe proposé dans lesquels, à chaque passage par le carrefour N, l'allée qui y conduit et l'allée qui en éloigne appartiennent à un couple du groupement considéré.

Il est aisé de voir que le nombre de parcours cherché sera égal à la somme des nombres de parcours distincts correspondant à chaque groupement, de la manière qui vient d'être indiquée.

Ceci admis, considérons les parcours de l'un de ces groupements, et examinons les n couples de deux allées qui le composent.

Dans chacun de ces n couples, les deux allées, considérées comme issues du carrefour N, aboutissent soit à deux carrefours différents A, B, soit à un même carrefour C.

Dans le premier cas, nous pouvons évidemment remplacer les deux allées NA, NB, par une allée nouvelle AB, reliant les carrefours A et B, sans changer le nombre de parcours, car cela revient à remplacer les trajets ANB ou BNA par les trajets équivalents AB ou BA.

Dans le second cas, on voit aussi clairement que les deux allées reliant les carrefours N et C peuvent être remplacées par une impasse passant par le carrefour C.

Le théorème est donc démontré complètement.

En appliquant aux nouveaux labyrinthes la même méthode d'élimination d'impasses et de réduction du nombre de carrefours, nous arri-

vons forcément, par réductions successives, à n'avoir plus à considérer que des labyrinthes sans impasses ne comprenant plus que deux carrefours, et le problème pourra être résolu.

On démontre, en effet, avec la plus grande facilité, que le nombre de parcours distincts d'un labyrinthe ne comprenant que deux carrefours reliés par $2n$ allées est égal à $2\,(2n-1)\,(2n-2)\ldots\ldots 4\times 3\times 2\times 1$, en tenant compte du sens du parcours.

Remarque. — Un labyrinthe qui n'a que deux points impairs peut aussi être parcouru entièrement en une seule course et en ne passant qu'une fois par chaque allée.

On voit aisément que le nombre de parcours distincts de ce labyrinthe est le même que celui du labyrinthe rentrant que l'on obtiendrait en ajoutant une allée nouvelle reliant les deux points impairs.

Voir aux planches I et II, l'application de la méthode au calcul du nombre de parcours distincts du labyrinthe rentrant, dont les allées forment les côtés et les diagonales d'un heptagone.

Explication des planches I et II.

Les cercles représentent les carrefours du labyrinthe.

Les lignes droites qui relient deux cercles représentent les allées du labyrinthe qui relient deux carrefours.

Les impasses, allées dont les extrémités aboutissent à un même carrefour, sont figurées par un triangle équilatéral ayant un sommet sur le cercle correspondant à ce carrefour.

La lettre indicatrice de chaque figure sert à représenter dans le calcul le nombre de parcours correspondant à cette figure, suppression faite des triangles ou impasses qu'elle peut comprendre.

Toutes les figures qui ont la même forme, ainsi réduite, sont désignées naturellement par la même lettre.

Le nombre isolé placé à côté de la figure indique combien de fois le nombre de parcours de la figure complète doit être compté.

A côté de chaque figure se trouve le calcul du nombre qui doit multiplier le nombre de parcours de la figure réduite, en vertu du théorème des impasses.

Les lettres indicatrices des figures représentant le nombre de parcours correspondant à cette figure réduite, on a le tableau suivant :

$X = 15H$
$H = 8P_1 + 4P_2 + 8P_3 + 4P_4$

$P_1 = 6Q_1 + 4Q_2 + 16Q_3 + 16Q_4$
$P_2 = 8Q_1 + 16Q_3 + 2Q_5 + 16Q_6$
$P_3 = 2Q_1 + Q_2$
$P_4 = 2Q_1 + Q_5$

$Q_1 = 6T_1 + 24T_2 + 48T_3$
$Q_2 = 8T_1 + 24T_2 + 64T_4$
$Q_3 = 2T_1 + 4T_2$
$Q_4 = 2T_2 + 4T_3$
$Q_5 = 48T_2 + 24T_5$
$Q_6 = 2T_2 + 2T_5$

$T_1 = 6D_1 + 144D_2$
$T_2 = 2D_1 + 16D_2$
$T_3 = 12D_2$
$T_4 = 2D_2 + 4D_3$
$T_5 = D_1$

$D_1 = 240$
$D_2 = 12$
$D_3 = 2$

En effectuant les calculs indiqués par ce tableau, on trouve que le nombre de parcours cherché X est égal à 129,976,320.

Remarque importante. — Deux figures ont le même nombre de parcours lorsqu'on peut les faire correspondre, carrefour à carrefour, de telle sorte que le nombre d'allées qui relient deux carrefours quelconques dans l'une de ces figures soit égal au nombre d'allées qui relient les deux carrefours correspondants dans l'autre figure.

L'application de ce théorème, presque intuitif, abrège considérablement le travail en permettant de donner une représentation uniforme à des figures qui paraissent d'aspects différents.

Ainsi tous les hexagones peuvent être représentés par la même figure H.

M. Ed. COLLIGNON

Ingénieur en chef, Inspecteur de l'École des ponts et chaussées, à Paris.

PROBLÈME DE GÉOMÉTRIE

— Séance du 14 août 1886. —

I.

Trouver une courbe telle, que le centre de gravité de l'aire de cette courbe, commençant à une ordonnée fixe, soit situé sur l'ordonnée du pied de la tangente menée à la courbe au point M *où l'aire se termine*.*

Soit AB la courbe cherchée;

OX, OY les axes rectangulaires auxquels on la rapporte;

AR l'ordonnée, à partir de laquelle on compte les aires;

MP l'ordonnée d'un point M quelconque;

G le centre de gravité de l'aire ARPM. D'après l'énoncé, ce point doit être situé sur l'ordonnée du pied L de la tangente menée au point M.

Nous admettrons que les ordonnées de la courbe soient positives. Il est nécessaire que le point L, à l'aplomb duquel est situé le centre de gravité, soit compris entre les points R et P; et l'on reconnaît immédiatement, en déplaçant infiniment peu le point M, que le point L doit se déplacer sur l'axe OX dans le même sens que le point M sur la courbe. Ces conditions exigent que $\frac{dy}{dx}$ soit positif et croissant, ou enfin que $\frac{dy}{dx}$ et $\frac{d^2y}{dx^2}$ soient à la fois positifs.

* L'idée de ce problème nous a été suggérée par la méthode géométrique suivie par M. G. Eiffel, dans l'étude de la tour de 300 mètres projetée pour l'Exposition de 1889.

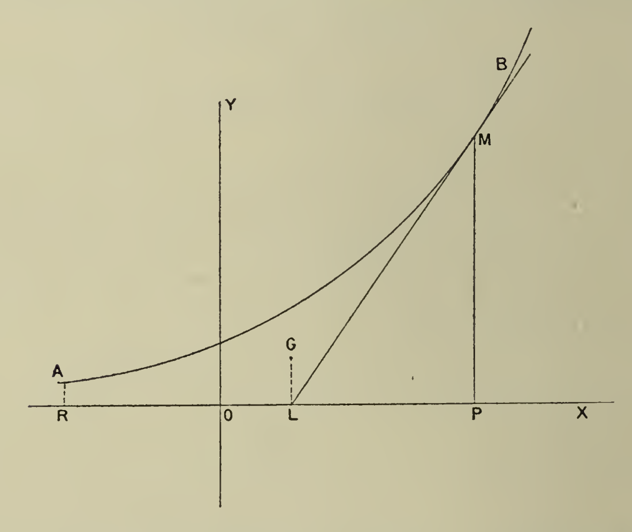
Soient $x = OP$, $y = PM$, les coordonnées du point M; x_0 l'abscisse de l'ordonnée initiale AR. Désignons par A l'aire ARPM, variable avec x, et par M la somme des moments des éléments superficiels de cette aire par rapport à l'axe OY. On aura

$$\left.\begin{aligned} A &= \int_{x_0}^{x} y\,dx, \\ M &= \int_{x_0}^{x} yx\,dx. \end{aligned}\right\} \tag{1}$$

L'abscisse X du centre de gravité G sera donnée par l'équation

$$X = \frac{M}{A}.$$

La sous-tangente LP est égale à $\frac{y\,dx}{dy}$. Elle est positive si y et $\frac{dy}{dx}$ sont tous deux positifs, comme nous l'admettons ici, et elle est représentée,



d'après l'énoncé, par la différence positive $x - X$. Donc enfin l'équation

$$x - \frac{M}{A} = \frac{y\,dx}{dy}, \tag{2}$$

est l'équation différentielle de la courbe cherchée.

Nous chasserons la variable x, et nous chercherons une relation entre les variables y et A. On tire des équations (1), en les différentiant,

$$dA = y\,dx,$$
$$dM = yx\,dx = x\,dA.$$

Multiplions l'équation (2) par A. Il vient

$$Ax - M = A\frac{ydx}{dy} = \frac{AdA}{dy}.$$

Différentions cette équation :

$$Adx + xdA - dM = d\left(\frac{AdA}{dy}\right), \tag{3}$$

équation dans laquelle les termes $xdA - dM$ se détruisent, et qui donne, en remplaçant dx par $\frac{dA}{y}$,

$$\frac{AdA}{y} = d\left(\frac{AdA}{dy}\right). \tag{4}$$

Nous prendrons y pour variable indépendante. Nous poserons ensuite successivement

$$A^2 = 2B,$$

d'où l'on déduit

$$AdA = dB,$$

et

$$\frac{AdA}{dy} = \frac{dB}{dy} = q,$$

B et q désignant de nouvelles variables. De ces relations, on déduit

$$\frac{AdA}{y} = \frac{dB}{y} = \frac{qdy}{y};$$

de sorte que l'équation (4) prend la forme simple

$$\frac{qdy}{y} = dq, \tag{5}$$

ou bien

$$\frac{dy}{y} = \frac{dq}{q},$$

ou enfin, en intégrant,

$$q = \frac{y}{C}, \tag{6}$$

en désignant par C une constante arbitraire, à laquelle nous attribuerons une valeur positive. On a, en effet,

$$\frac{dA}{dx} = \frac{dA}{dy} \times \frac{dy}{dx},$$

et puisque A croît avec x, ainsi que y, on voit que $\frac{dA}{dx}$ et $\frac{dy}{dx}$ sont tous deux positifs; donc, $\frac{dA}{dy}$ l'est aussi. La nouvelle variable q, égale au

rapport $\frac{AdA}{dy}$, est donc également positive, et, par suite, la constante C, égale au rapport $\frac{q}{y}$ de deux quantités positives, est elle-même positive.

De l'équation (6), on déduit

$$\frac{dB}{dy} = \frac{y}{C}$$

ou bien, en intégrant,

$$B = \frac{y^2}{2C} + C', \tag{7}$$

C′ désignant une nouvelle constante arbitraire.

Et enfin, en revenant à la variable A,

$$A = \sqrt{2B} = \sqrt{\frac{y^2}{C} + 2C'}. \tag{8}$$

Pour obtenir x en fonction de y, on observera que l'on a $dA = ydx$. Il viendra donc

$$dx = \frac{dA}{y} = \frac{\frac{dy}{C}}{\sqrt{\frac{y^2}{C} + 2C'}},$$

et enfin, par une dernière quadrature,

$$x = \int \frac{\frac{dy}{C}}{\sqrt{\frac{y^2}{C} + 2C'}}, \tag{9}$$

fonction intégrable, que nous commencerons par simplifier.

Si dans l'équation (2) on remplace x par αx, y par βy, α et β étant des facteurs constants arbitrairement choisis, la transformée est identique à l'équation (2) elle-même. En effet, M est multiplié par $\alpha^2\beta$, A par $\alpha\beta$; le quotient $\frac{M}{A}$ est donc multiplié par α comme le terme x duquel il se retranche. Or, c'est aussi par α qu'est multipliée la sous-tangente $\frac{ydx}{dy}$. L'équation reste donc la même quand on lui fait subir ces transformations. Il en résulte que *l'échelle des hauteurs et celle des bases sont indifférentes ;* dès qu'on a obtenu une solution du problème, on peut en obtenir une infinité d'autres, en multipliant par des facteurs constants arbitraires les abscisses et les ordonnées. Nous pouvons, par conséquent, supposer la constante C égale à l'unité, sans nuire à la gé-

néralité de la solution. Car, si l'on remplace x par αx et y par βy, l'équation (9) devient

$$\alpha x = \int \frac{\frac{\beta dy}{C}}{\sqrt{\frac{\beta^2 y^2}{C} + 2C'}},$$

ou bien,

$$x = \int \frac{\frac{\beta dy}{\alpha C}}{\sqrt{\frac{\beta^2 y^2}{C} + 2C'}},$$

et elle se ramène à la forme

$$x = \int \frac{dy}{\sqrt{y^2 + 2C'}},$$

si l'on fait à la fois

$$\beta^2 = C \qquad \text{et} \qquad \beta = \alpha C,$$

c'est-à-dire

$$\beta = \sqrt{C} \qquad \text{et} \qquad \alpha = \frac{1}{\sqrt{C}}.$$

Sa transformation sera réelle, puisque la constante C est nécessairement positive.

Quant à la constante $2C'$, on peut poser

$$2C' = \pm b^2,$$

en mettant son signe en évidence ; et l'équation (9) se trouve ramenée à la forme

$$x = \int \frac{dy}{\sqrt{y^2 \pm b^2}} = \log\left(y + \sqrt{y^2 \pm b^2}\right), \tag{10}$$

sans qu'il soit nécessaire d'ajouter de constante, puisque l'origine O, à partir de laquelle on compte les abscisses, est entièrement arbitraire sur la droite OX. Les logarithmes indiqués sont les logarithmes népériens.

L'équation (10) satisfait à l'équation (4), mais il faut lui imposer une restriction particulière, si l'on veut qu'elle soit l'intégrale de l'équation (2). Les fonctions M et A, qui figurent dans cette dernière équation, sont assujetties à une condition particulière, qui résulte des équations (1) : *elles doivent s'annuler ensemble pour une même valeur* $x = x_0$ *de l'abscisse*. Or, cette condition s'efface, quand on passe de l'équation (2) à l'équation (4) par la différentiation ; la fonction M ne figure plus dans l'équation (4) que par sa différentielle dM. Une fois l'intégrale (10) obtenue, il reste donc à former les fonctions A et M, puis à exprimer qu'elles s'annulent pour une même valeur de l'abscisse, condition qui conduira à une détermination particulière de l'arbitraire $\pm b^2$.

L'équation (10), résolue par rapport à y, donne

$$y = \frac{1}{2}(e^x \mp b^2 e^{-x}). \tag{11}$$

On en déduit

$$ydx = \frac{1}{2}(e^x \mp b^2 e^{-x})\,dx,$$

$$A = \frac{1}{2}(e^x \pm b^2 e^{-x}) + A_0,$$

$$M = \frac{1}{2}(xe^x - e^x) \pm \frac{b^2}{2}(xe^{-x} + e^{-x}) + M_0,$$

A_0 et M_0 étant les constantes arbitraires introduites par les intégrations qui font connaître A et M.

Substituons dans l'équation (2). Il vient

$$x - \frac{\frac{1}{2}(xe^x - e^x) \pm \frac{b^2}{2}(xe^{-x} + e^{-x}) + M_0}{\frac{1}{2}(e^x \pm b^2 e^{-x}) + A_0} = \frac{\frac{1}{2}(e^x \mp b^2 e^{-x})}{\frac{1}{2}(e^x \pm b^2 e^{-x})},$$

équation qui se réduit à la suivante :

$$\frac{\frac{1}{2}e^x \mp \frac{b^2}{2}e^{-x} + A_0 x - M_0}{\frac{1}{2}e^x \pm \frac{b^2}{2}e^{-x} + A_0} = \frac{\frac{1}{2}e^x \mp \frac{b^2}{2}e^{-x}}{\frac{1}{2}e^x \pm \frac{b^2}{2}e^{-x}}.$$

Pour que cette équation soit vérifiée identiquement, quelle que soit la valeur de x, il faut et il suffit qu'on ait $A_0 = 0$, $M_0 = 0$; de sorte qu'il n'y a pas de constante à ajouter aux valeurs de A et de M obtenues plus haut par intégration. Il reste à exprimer que ces deux variables, ainsi dépouillées des termes constants, s'annulent pour une même valeur de x. Cherchons la valeur x_0 qui annule A. Il suffira de résoudre l'équation

$$e^{x_0} \pm b^2 e^{-x_0} = 0,$$

ou bien

$$e^{2x_0} = \mp b^2.$$

Le signe supérieur donnerait pour x_0 une valeur imaginaire. On devra donc prendre le signe inférieur, c'est-à-dire, prendre b^2 avec le signe — dans l'équation (10) et (11).

On obtient alors l'équation

$$e^{2x_0} = b^2,$$

d'où l'on tire $x_0 = \log b$.

Si l'on substitue cette valeur dans M, après suppression de la constante M_0, il vient, en adoptant encore le signe inférieur,

$$(\log b - 1)\, b - b^2 (\log b + 1) \times \frac{1}{b} = -2b,$$

quantité différente de zéro, *à moins qu'on n'ait* $b = 0$. Dans ce cas, et dans ce cas seulement, les fonctions M et A s'annulent ensemble. Mais alors x_0, qui est le logarithme de b, a une valeur infinie négative.

La solution fournie par l'équation (11) se réduit donc, par la suppression du terme en b, à

$$y = \frac{1}{2} e^x,$$

et, en multipliant l'abscisse et l'ordonnée par des facteurs arbitraires, on obtient la solution générale,

$$y = \mathrm{H} e^{\frac{x}{a}}, \tag{12}$$

dans laquelle H et a désignent des longueurs constantes. C'est l'équation d'une exponentielle, et l'on obtient ce théorème :

Le centre de gravité de l'aire de l'exponentielle, prise à partir du point infiniment éloigné où elle touche son asymptote jusqu'à l'ordonnée d'un point M *quelconque, est situé sur l'ordonnée du pied* P *de la tangente menée au point* M, ou, en d'autres termes, puisque la soustangente de l'exponentielle est constante et égale à a, *le centre de gravité de l'aire est à une distance constante* a *de l'ordonnée finale.*

Cherchons encore l'ordonnée Y du centre de gravité de la même aire.

Prenons l'équation (12) sous sa forme la plus simple

$$y = e^x,$$

en adoptant H pour l'unité des ordonnées et a pour l'unité des abscisses.

Il viendra pour l'ordonnée de l'aire comprise entre $x = -\infty$ et une valeur finie quelconque de x,

$$\mathrm{Y} = \frac{\frac{1}{2}\int_{-\infty}^{x} y^2 dx}{\int_{-\infty}^{x} y dx},$$

c'est-à-dire

$$\mathrm{Y} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\int_{-\infty}^{x} e^{2x} dx}{\int_{-\infty}^{x} e^{x} dx} = \frac{1}{4}\frac{e^{2x}}{e^x} = \frac{1}{4} e^x = \frac{1}{4} y;$$

l'ordonnée du centre de gravité est donc le quart de l'ordonnée finale.

Rapprochant ces deux résultats, on voit que *le lieu des centres de gravité des aires de l'exponentielle, commençant au point commun avec l'asymptote et finissant à une ordonnée variable, est une autre exponentielle, qu'on déduit de la première en réduisant ses ordonnées au quart, et en déplaçant la courbe ainsi formée de la quantité* a, *valeur de la sous-tangente, du côté des abscisses négatives.*

Un déplacement de la courbe exponentielle le long de l'axe des abscisses, revient à une réduction proportionnelle des ordonnées, et réciproquement. On peut donc dire que *le lieu des centres de gravité est une exponentielle qu'on déduit de la première en réduisant ses ordonnées dans le rapport* $\frac{e}{4}$; ou encore que *ce lieu est l'exponentielle donnée elle-même, déplacée de la quantité* $a\left(l(4)-1\right)$ *du côté des abscisses positives.*

II.

L'exponentielle est un cas particulier d'une famille de courbes définies par cette condition, que *les coordonnées du centre de gravité de l'aire variable soient des fractions déterminées de la coordonnée de même nom du point mobile qui termine cette aire.* Nous allons chercher ces courbes, en nous occupant d'abord du problème relatif aux abscisses.

Soit λ le rapport constant qu'on veut établir entre l'abscisse du centre de gravité de l'aire $\int_0^x y\,dx$ et l'abscisse finale x de cette aire ; de sorte qu'on ait constamment

$$\frac{\int_0^x yx\,dx}{\int_0^x y\,dx}=\lambda x. \qquad (13)$$

On suppose que l'aire et les moments commencent au point $x=0$.

Donnons à la limite supérieure x une valeur infiniment petite ε; trois cas peuvent se présenter, suivant que y s'annule avec x, reste fini, ou devient infiniment grand pour x infiniment petit.

1° Si y s'annule avec x, soit $y=\theta x^p$, p étant un exposant positif, et θ un nombre fini, auquel on pourra attribuer une valeur constante moyenne dans tout l'intervalle compris entre $x=0$ et $x=\varepsilon$. Il viendra

$$\int_0^\varepsilon yx\,dx=\int_0^\varepsilon \theta x^{p+1}dx=\theta\frac{\varepsilon^{p+2}}{p+2},$$

$$\int_0^\varepsilon y\,dx=\int_0^\varepsilon \theta x^p dx=\theta\frac{\varepsilon^{p+1}}{p+1}.$$

d'où résulte la relation

$$\frac{p+1}{p+2}\varepsilon = \lambda\varepsilon,$$

c'est-à-dire $\lambda = \frac{p+1}{p+2}$. On voit donc que λ pourra avoir une valeur constante, positive et moindre que l'unité, toutes les fois que y s'annulera pour $x = 0$. On peut ajouter que λ est compris entre $\frac{1}{2}$ et l'unité.

2° Si y a une valeur finie pour x infiniment petit, on peut imaginer que cette valeur moyenne reste constante dans tout l'intervalle $x = 0$ à $x = \varepsilon$, et on aura alors

$$\int_0^\varepsilon yxdx = y\frac{\varepsilon^2}{2},$$

$$\int_0^\varepsilon ydx = y\varepsilon.$$

D'où résulte $\lambda\varepsilon = \frac{\varepsilon}{2}$, ou $\lambda = \frac{1}{2}$: résultat compris dans la formule précédente en y faisant $p = 0$.

Dans ce cas λ a la valeur $\frac{1}{2}$.

3° Enfin, supposons que, pour $x = 0$, y soit infini, et soit $y = \frac{\theta}{x^p}$ la relation qui lie y à x pour les valeurs infiniment petites de x, θ restant fini et constant. On aura

$$\int_0^\varepsilon yxdx = \int_0^\varepsilon \theta x^{1-p}dx,$$

$$\int_0^\varepsilon ydx = \int_0^\varepsilon \theta x^{-p}dx.$$

A part les cas de $p = 1$, et de $p = 2$, on a

$$\int_0^\varepsilon \theta x^{1-p}dx = \theta\left[\frac{x^{2-p}}{2-p}\right]_0^\varepsilon,$$

$$\int_0^\varepsilon \theta x^{-p}dx = \theta\left[\frac{x^{1-p}}{1-p}\right]_0^\varepsilon;$$

et ces intégrales ne sont finies que si les exposants de x sont positifs. Il faut donc que p soit < 1, c'est-à-dire que l'exposant $-p$ soit compris entre 0 et -1. Le cas de $p = 1$ ou de $p = 2$ rendent infinies l'une des intégrales indiquées. Supposons donc $p < 1$; il viendra

$$\lambda\varepsilon = \frac{1-p}{2-p}\varepsilon$$

et, par suite,

$$\lambda = \frac{1-p}{2-p} = \frac{-p+1}{-p+2},$$

ce qui ramène à la même formule que le premier cas, avec l'exposant $-p$ négatif, mais supérieur à -1. La valeur de λ sera donc positive, et comprise entre 0 et $\frac{1}{2}$.

L'équation (13) subsiste sans modification, quand on y change x en αx et y en βy, α et β étant des coefficients constants arbitraires.

Ces préliminaires posés, venons à l'intégration de l'équation (13). On en déduit

$$\int_0^x yx\,dx = \lambda x \int_0^x y\,dx,$$

équation qui, différentiée, donne

$$yx\,dx = \lambda dx \int_0^x y\,dx + \lambda xy\,dx, \tag{14}$$

ou bien

$$\int_0^x y\,dx = \frac{1-\lambda}{\lambda} xy.$$

Cette équation fait voir qu'*il y a un rapport constant entre l'aire de la courbe et le rectangle des coordonnées du point extrême.*

Différentions de nouveau ; il viendra

$$\frac{1-\lambda}{\lambda}(x\,dy + y\,dx) = y\,dx,$$

ce qui donne successivement

$$\frac{dy}{y} = \frac{2\lambda-1}{1-\lambda}\frac{dx}{x} \tag{15}$$

et

$$\frac{y\,dx}{dy} = \frac{1-\lambda}{2\lambda-1}x.$$

La seconde équation montre que *la sous-tangente est une fraction constante de l'abscisse.* La première, où les variables sont séparées, conduit à l'intégrale

$$y = Cx^{\frac{2\lambda-1}{1-\lambda}}, \tag{16}$$

avec une constante arbitraire C. La solution comprend donc toutes les courbes contenues dans l'équation

$$y = Cx^n, \tag{17}$$

l'exposant n étant lié à λ par la relation

$$n = \frac{2\lambda - 1}{1 - \lambda}, \qquad \text{ou bien} \qquad \lambda = \frac{n+1}{n+2}. \tag{18}$$

On voit que les courbes passent par l'origine lorsque λ est $> \frac{1}{2}$ et < 1; qu'elles comprennent la droite $y = C$, pour $\lambda = \frac{1}{2}$; qu'enfin elles ont l'axe des y pour asymptote, si n est négatif, c'est-à-dire si λ est compris entre 0 et $\frac{1}{2}$. Mais alors n est > -1, le nombre λ ne pouvant devenir négatif.

Traitons le même problème pour les ordonnées. On aura, en appelant μ le rapport constant entre l'ordonnée du centre de gravité et l'ordonnée finale,

$$\frac{\frac{1}{2}\int_0^x y^2 dx}{\int_0^x y dx} = \mu y, \tag{19}$$

ou bien,

$$\frac{1}{2}\int_0^x y^2 dx = \mu y \int_0^x y dx.$$

Différentions. Il vient

$$\frac{1}{2} y^2 dx = \mu dy \int_0^x y dx + \mu y^2 dx,$$

ou bien

$$\left(\frac{1}{2} - \mu\right) y^2 dx = \mu dy \int_0^x y dx. \tag{20}$$

Sous cette forme, on reconnaît que *l'aire* $\int_0^x y dx$ *de la courbe* est une fraction donnée, $\frac{1-2\mu}{2\mu}$, du produit $y^2 \frac{dx}{dy}$, ou, ce qui revient au même, *une fraction donnée* $\frac{1-2\mu}{\mu}$ *de la surface* $\frac{1}{2} y \times \frac{ydx}{dy}$ *du triangle construit sur l'ordonnée et la sous-tangente.*

Posons $\frac{dx}{dy} = q$. Nous obtiendrons, en divisant par μdy, l'équation

$$\frac{1-2\mu}{2\mu} q y^2 = \int_0^x y dx,$$

et, en différentiant de nouveau,

$$\frac{1-2\mu}{2\mu}(2yq dy + y^2 dq) = y dx = q y dy. \tag{21}$$

On aperçoit sur le champ une solution singulière, $y=0$, qu'on peut écarter. Il vient l'équation

$$\frac{1-2\mu}{2\mu}(2q\,dy+y\,dq)=q\,dy,$$

c'est-à-dire, en séparant les variables,

$$\frac{dq}{q}=\frac{2(1-3\mu)}{2\mu-1}\frac{dy}{y}. \tag{22}$$

On en déduit par l'intégration

$$q=Cy^{\frac{2(1-3\mu)}{2\mu-1}}, \tag{23}$$

C désignant une constante arbitraire. Remplaçons q par $\frac{dx}{dy}$, puis intégrons de nouveau. On parvient à l'équation

$$x=C'+C\int y^{\frac{2(1-3\mu)}{2\mu-1}}dy, \tag{24}$$

où C' désigne une nouvelle constante arbitraire. Ici, deux cas peuvent se présenter :

1° Si l'on a $\frac{2(1-3\mu)}{2\mu-1}=-1$, ce qui suppose $\mu=\frac{1}{4}$, la fonction à intégrer se réduit à $\frac{dy}{y}$, et l'intégrale est le logarithme népérien de y. On a donc pour solution

$$x=C'+Cl(y),$$

ou bien

$$y=e^{\frac{x-C'}{C}}=He^{\frac{x}{a}},$$

et l'on retrouve l'exponentielle, avec la propriété que nous lui avons reconnue plus haut ;

2° Si l'exposant $\frac{2(1-3\mu)}{2\mu-1}$ diffère de l'unité négative, l'intégration donne

$$x=C'+C\frac{y^{\frac{2(1-3\mu)}{2\mu-1}+1}}{\frac{2(1-3\mu)}{2\mu-1}+1},$$

c'est-à-dire, en changeant la constante C,

$$x=C'+Cy^m, \tag{25}$$

avec la relation

$$m=\frac{2(1-3\mu)}{2\mu-1}+1=\frac{1-4\mu}{2\mu-1}. \tag{26}$$

Ici, nous trouvons des courbes qui ne passent pas forcément par l'origine, ou qui n'ont pas forcément l'axe des y pour asymptote.

On peut remarquer que l'abscisse x n'entre dans l'équation (19), ou plutôt dans l'équation (21) qui s'en déduit, que par sa différentielle dx, de sorte que ces équations ne changent pas quand on déplace l'origine le long de l'axe des abscisses, pourvu qu'on altère en conséquence la limite inférieure des intégrations. La situation de l'origine sur cet axe est donc indifférente au second problème ; par suite, on peut convenir de supprimer la constante C′ dans l'équation (25), ce qui revient à remplacer x — C′ par x, et ce qui réduit cette équation à la forme

$$x = Cy^m,$$

laquelle équivaut à la forme

$$y = Cx^n,$$

en remplaçant n par $\frac{1}{m}$, et C par $\frac{1}{\sqrt[m]{C}}$. L'équation $y = Cx^n$ renferme donc toutes les courbes dans lesquelles les coordonnées du centre de gravité de l'aire $\int_0^x y dx$ sont des fractions données, λ et μ, des coordonnées de même nom du point final. Ces deux fractions, λ et μ, ne sont d'ailleurs pas indépendantes l'une de l'autre. On a, en effet,

$$\frac{2\lambda - 1}{1 - \lambda} = n,$$

$$\frac{1 - 4\mu}{2\mu - 1} = m,$$

et

$$mn = 1.$$

On en déduit

$$\lambda = \frac{n+1}{n+2},$$

$$\mu = \frac{m+1}{2(m+2)} = \frac{n+1}{2(2n+1)},$$

et, en éliminant n entre ces deux équations,

$$\frac{1}{\mu} + \frac{2}{\lambda} = 6. \tag{27}$$

L'exponentielle $y = He^{\frac{x}{a}}$ rentre dans les courbes $y = Cx^n$, moyennant un changement d'origine, en attribuant à l'exposant n une valeur infiniment grande. On le reconnaît facilement en remplaçant dans cette dernière équation x par $x + na$, en posant ensuite $C \times (na)^n = H$, et

en faisant croître n indéfiniment. Lorsqu'on veut faire à l'exponentielle l'application des équations (13) et (19), il faut imaginer que l'origine, à partir de laquelle on compte les aires et les moments, est infiniment éloignée du côté des abscisses négatives. L'abscisse est alors infiniment grande. Comme on a vu d'ailleurs que le centre de gravité de l'aire est à une distance constante a de l'ordonnée finale, la fraction λ est le rapport de deux longueurs infinies qui diffèrent d'une quantité a finie et constante; elle est donc égale à l'unité. En même temps, l'équation (27) montre que, pour $\lambda = 1$, on a $\mu = \frac{1}{4}$, rapport qui caractérise l'exponentielle, comme on l'a vu plus haut.

Les courbes $y = Cx^n$, avec n positif ou négatif, mais supérieur à -1, comprennent comme cas particuliers :

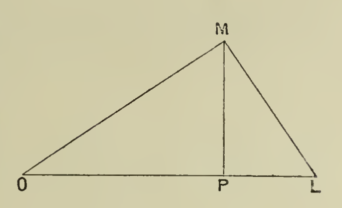
La droite horizontale,	pour $n = 0$, auquel cas	$\lambda = \mu = \frac{1}{2}$;
La parabole à axe horizontal,	$n = \frac{1}{2}$,	$\lambda = \frac{3}{5}$, $\mu = \frac{3}{8}$;
La droite passant par l'origine,	$n = 1$,	$\lambda = \frac{2}{3}$, $\mu = \frac{1}{3}$;
La parabole à axe vertical,	$n = 2$,	$\lambda = \frac{3}{4}$, $\mu = \frac{3}{10}$;
La parabole cubique,	$n = 3$,	$\lambda = \frac{4}{5}$, $\mu = \frac{2}{7}$;
et, à la limite, l'exponentielle,	n infini,	$\lambda = 1$, $\mu = \frac{1}{4}$.

Le lieu des centres de gravité des aires est une courbe de même degré que la courbe donnée, et *affine* à cette courbe; on en obtient l'équation en remplaçant x par $\frac{x}{\lambda}$, y par $\frac{y}{\mu}$. La substitution revient à changer la valeur du coefficient C.

La sous-tangente, dans ces courbes, est proportionnelle à l'abscisse. Si donc on relève la sous-tangente suivant l'ordonnée, on obtiendra des points qui seront tous sur une même droite. Cette propriété donne un moyen de s'assurer qu'une courbe donnée rentre dans la classe $y = Cx^n$. On peut aussi déduire de cette remarque une méthode élémentaire pour trouver la courbe $y = Cx^n$ qui imite le mieux une courbe donnée entre des limites déterminées. Il n'y a, en effet, qu'à former la fonction $\frac{y\,dx}{x\,dy}$ pour la courbe donnée, fonction qui devrait avoir la valeur constante $\frac{1}{n}$, si la substitution cherchée était rigoureusement exacte. Si elle n'est qu'approximative, on prendra pour $\frac{1}{n}$ la moyenne des valeurs de cette

fonction, ce qui fait connaître l'exposant n indépendamment du coefficient C.

La sous-normale de la courbe au point M est égale au produit $n\frac{y^2}{x}$, c'est-à-dire à n fois le segment PL que l'on obtient en élevant ML perpendiculaire sur OM. Lorsque $n=\frac{1}{2}$, le segment PL est constant, et la sous-normale constante. La courbe est une parabole à axe horizontal.



Une courbe $y = Cx^n$ étant tracée, et ayant l'axe OY pour asymptote, on reconnaîtra facilement si l'exposant n, alors négatif, est supérieur, égal ou inférieur à -1 ; dans le premier cas, l'aire de la courbe sera finie entre les limites 0 et x; dans les deux autres, cette aire sera infinie. Or, la sous-tangente $\frac{ydx}{dy}$ est égale à $\frac{x}{n}$; prise en valeur absolue, elle est supérieure à x, égale à x, ou moindre que x, suivant que n est numériquement moindre que l'unité, égal à l'unité, ou plus grand que l'unité. Le caractère fini ou infini de l'aire ressort donc immédiatement de la comparaison de la sous-tangente à l'abscisse.

Si l'on fait varier le coefficient C en conservant une même valeur à l'exposant n, on obtient une série de courbes. Coupons-les par une parallèle à l'axe OY, et menons les tangentes à ces courbes par les points d'intersection. Toutes ces tangentes concourront en un même point de l'axe OX, puisque toutes les courbes ont la même sous-tangente. De même les tangentes à toutes ces courbes, aux points où elles sont coupées par une parallèle à l'axe des x, concourent en un même point de l'axe des y.

Faisons varier C, et cherchons les trajectoires orthogonales de la famille de courbes correspondantes. Nous avons pour équation générale des trajectoires

$$x^2 + ny^2 = \text{constante},$$

qui représente une série de courbes du second ordre, toutes semblables entre elles, rapportées à leur centre et à leurs axes. Ce sont des ellipses si n est positif; des cercles, si $n = 1$, ou si les courbes données se réduisent à des droites concourantes; des hyperboles, si n est négatif; des droites parallèles, si n est nul. La sous-tangente d'une courbe $y = Cx^n$ devient la sous-normale de la courbe du second ordre qui la rencontre à angle droit, et l'on retrouve cette propriété bien connue, que, dans les courbes du second ordre, la sous-normale est une fraction donnée

de l'abscisse comptée sur l'axe à partir du centre. La parabole ne figure pas dans l'énumération des courbes du second ordre. On l'obtiendra en faisant n infini. On est alors, comme on l'a vu, dans le cas de l'exponentielle $y = \mathrm{H}e^{\frac{x}{a}}$. Si l'on fait varier H, on obtient pour trajectoires orthogonales la série des paraboles

$$y^2 = a(x_0 - x),$$

toutes égales entre elles, et telles que, l'une étant donnée, on en déduit toutes les autres par un déplacement parallèle à l'axe OX. C'est encore un cas particulier de l'homothétie, lorsqu'on fait usage d'un centre de similitude éloigné à l'infini. Aux exponentielles qui ont une sous-tangente constante, correspondent les paraboles qui ont une sous-normale constante.

En somme, on retrouve comme trajectoires orthogonales des courbes $y = \mathrm{C}x^n$, quand on fait varier C, toutes les courbes du second ordre.

On arrivera aux mêmes courbes et on retrouvera les mêmes équations, si l'on cherche à satisfaire aux deux conditions :

$$\frac{\int_0^x y^p x^q dx}{\int_0^x y^p dx} = \lambda x^q, \qquad \frac{\int_0^x y^{p+q} dx}{\int_0^x y^p dx} = \lambda' y^q,$$

avec des valeurs constantes pour les coefficients λ et λ'.

On aura, entre ces deux coefficients, une relation nécessaire, indépendante du degré n de l'équation $y = \mathrm{C}x^n$, savoir

$$\frac{1}{\lambda} + \frac{q}{\lambda'} = p + q + 1.$$

Le degré n de l'équation est donné par la relation

$$n = \frac{(p+1)\lambda - 1}{q(1-\lambda)} = \frac{1-\lambda'}{\lambda'(p+q) - q}.$$

On retombe sur les équations trouvées plus haut en faisant $p = 1$, $q = 1$, et en observant que $\lambda' = 2\mu$.

M. G. de LONGCHAMPS

Professeur de mathématiques spéciales au lycée Charlemagne, à Paris.

UNE CONIQUE REMARQUABLE DU PLAN D'UN TRIANGLE

Cette étude devrait être précédée d'une exposition des transformations homographiques dans la géométrie du triangle, et notamment des transformations que nous proposons d'appeler : *transformations instantanées, transformations complémentaires* et, enfin, *transformations anti-complémentaires.* Mais les développements nécessités par cette exposition seraient un peu longs et il sera, croyons-nous, plus intéressant de montrer ici, simplement, l'application que nous avons faite de la transformation complémentaire à l'étude d'une conique bien remarquable, que nous appelons la conique (I) et qui est liée au triangle comme nous l'indiquerons tout à l'heure.

Pour ce motif, nous nous bornerons donc à donner, au début de cette note, quelques définitions indispensables à la clarté des explications qui suivent.

1. Transformation homographique instantanée. — Le principe de la transformation homographique instantanée est le suivant :

Imaginons un triangle de référence ABC et trois nombres λ, μ, ν; quelconques d'ailleurs. Il existe un point M dans le plan ABC dont les *coordonnées trilinéaires normales* (x, y, z) sont proportionnelles à λ, μ, ν; mais on peut aussi trouver un point m dont les *coordonnées barycentriques* (α, β, γ) sont, elles-mêmes, proportionnelles à ces nombres λ, μ, ν. Ces deux points M, m, ainsi associés se correspondent homographiquement, et si l'un d'eux M décrit une courbe U représentée en coordonnées trilinéaires normales par :

$$f(x, y, z) = 0,$$

le correspondant m décrit une courbe u, dont l'équation en coordonnées barycentriques est :

$$f(\alpha, \beta, \gamma) = 0.$$

C'est pour rappeler que les équations des deux courbes correspondantes s'obtiennent ainsi par le seul changement des lettres qui représentent les variables que nous proposons de donner à cette méthode de transformation le nom de *transformation instantanée.*

Le but de cette méthode, que nous exposerons peut-être ailleurs avec plus de détails, est de multiplier le nombre des éléments remarquables

du triangle. Nous nous bornons aujourd'hui à énoncer son principe duquel il résulte qu'à tout élément remarquable du plan d'un triangle, supposé connu, correspond un élément de même nature.

2. Transformation complémentaire. — La tranformation complémentaire repose sur la notion des points complémentaires* qui paraît due à Nagel.

Voici comment on peut concevoir, dans le sens le plus général, les points complémentaires.

Imaginons un système de coordonnées homogènes u, v, w ; telles sont les coordonnées trilinéaires normales et les coordonnées barycentriques que nous avons considérées dans la précédente transformation. Il existe dans le plan du triangle de référence, un point M' dont les coordonnées sont proportionnelles aux nombres :

$$v + w, \qquad w + u, \qquad u + v.$$

Ainsi, à un point M de coordonnées u, v, w, correspond un point M' (u', v', w') dit *point complémentaire*** du premier et dont les coordonnées sont données par les formules :

$$\frac{u'}{v+w} = \frac{v'}{w+u} = \frac{w'}{u+x},$$

desquelles on déduit :

$$\frac{u}{v'+w'-u'} = \frac{v}{w'+u'-v'} = \frac{w}{u'+v'-w'}.$$

Tel est le principe de la transformation complémentaire dans laquelle à une courbe représentée par l'équation homogène :

$$f(u, v, w) = 0,$$

correspond une autre courbe, l'équation de celle-ci étant :

$$f(v+w-u,\ u+w-v,\ u+v-w) = 0.$$

3. Transformation anti-complémentaire. — L'idée des points que nous appelons *anti-complémentaires* n'a pas été formulée encore, croyons-nous, mais elle est une conséquence immédiate de la précédente et elle la complète.

Nous venons de voir qu'à un point M correspondait un complémentaire M' ; mais si l'on prend le point M', *à priori*, pour aboutir au point M,

* Voyez *Archiv der Physik und Mathematik von Grunert* (oct. 1885 ; p. 214-217), et notre note sur les généralités de la géométrie du triangle. *Journal de mathématiques élémentaires*, 1886.

** M. Neuberg, au présent Congrès, a proposé de distinguer les points complémentaires qui correspondent aux coordonnées trilinéaires normales, et de leur donner le nom de *points supplémentaires* ; le terme de *points complémentaires* s'appliquerait alors uniquement aux coordonnées barycentriques, et la conique I, présentement étudiée, serait la courbe supplémentaire du cercle circonscrit.

il faut effectuer une transformation nouvelle que nous proposons d'appeler transformation anti-complémentaire. Les coordonnées d'un point donné M étant u, v, w; celles du point M'', anti-complémentaire de celui-ci, sont $v+w-u$, $u+w-v$, $u+v-w$; de telle sorte, qu'à une courbe $f(u,v,w)=0$, correspond la courbe $f(v+w, w+u, u+v)=0$.

Les transformations que nous venons de définir sont homographiques, et elles représentent peut-être la réalisation la plus simple que l'on puisse faire dans ce genre de transformations. Elles sont donc certainement appelées à jouer un rôle important dans la géométrie du triangle, et l'on peut avancer, sans exagération, qu'elles sont destinées à tripler les propriétés de cette figure, chacune d'elles, pour un élément remarquable du triangle (point, droite, cercle, courbe quelconque), fournissant immédiatement un autre élément remarquable.

Nous allons montrer un exemple de cette puissance que nous signalons ici, en cherchant, dans le système des coordonnées trilinéaires normales, la transformée du cercle ζ circonscrit au triangle de référence ABC.

4. Équation de la conique (I). — L'équation de ζ étant :

$$ayz+bzx+cxy=0,$$

celle de la transformée complémentaire sera :

$$\sum a(z+x-y)(x+y-z)=0. \tag{I}$$

Cette équation est visiblement vérifiée par les coordonnées des pieds des bissectrices intérieures, et ce fait peut se prévoir *à priori*, parce que, au point A (h, o, o), correspond un complémentaire (o, h, h), qui est précisément le pied de la bissectrice de l'angle BAC.

L'équation (I) étant écrite sous la forme :

$$\begin{aligned}0=f(x,y,z)\equiv x^2(a-b-c)+y^2(b-c-a)+z^2(a+b-c)\\+2ayz+2bzx+2cxy,\end{aligned}$$

on a, pour déterminer le centre de la conique (I), les relations :

$$\frac{f'x}{a}=\frac{f'y}{b}=\frac{f'z}{c};$$

on reconnaît immédiatement la solution $x=y=z$. Ainsi, *le centre de la conique* (I) *coïncide avec le centre du cercle inscrit au triangle de référence.*

La conique (I) se trouve donc immédiatement déterminée par son centre et par trois points; mais elle jouit de plusieurs propriétés que nous allons maintenant aborder; malheureusement, elles ne se voient pas aussi simplement.

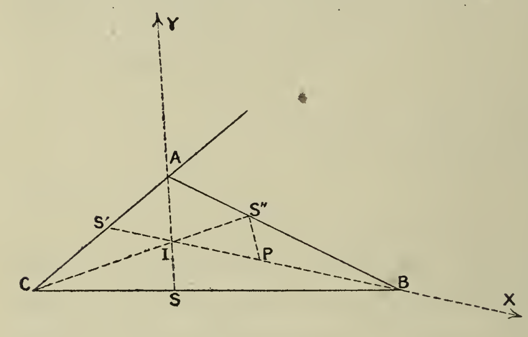
5. Théorème. — *Les demi-axes de la conique* (I) *sont : 1° le rayon du cercle inscrit* r*; 2° une moyenne géométrique entre* r *et le demi-rayon* $\frac{R}{2}$ *du cercle circonscrit.*

Cette proposition remarquable paraît exiger, pour être établie, un certain effort de calcul ; mais il est probable qu'on pourra simplifier notablement la présente démonstration qui offre encore une certaine longueur et quelques difficultés dans la transformation des égalités trigonométriques.

Soit I le centre du cercle inscrit au triangle ABC ; prenons pour axes de coordonnées les bissectrices IA, IB ; I étant le centre de la conique (I). Nous pouvons toujours représenter celle-ci par l'équation :

$$\alpha x^2 + \beta y^2 + 2xy\left(\lambda - \sin\frac{C}{2}\right) = r^2. \qquad \text{(I)}$$

Dans cette égalité, r désigne le rayon du cercle inscrit ; α, β, λ sont trois paramètres dont nous allons disposer, en exprimant que l'équation précédente est vérifiée par les coordonnées des points S, S′ S″ pieds des bissectrices intérieures du triangle.



Nous avons d'abord :

$$r = \text{OS}\sin\left(B + \frac{A}{2}\right)$$

et, par conséquent :

$$\beta = \sin^2\left(B + \frac{A}{2}\right).$$

Nous trouverons de même :

$$\alpha = \sin^2\left(A + \frac{B}{2}\right).$$

La détermination de λ, et surtout la transformation de l'expression à laquelle on est conduit, souffrent plus de difficultés.

Il faut exprimer que l'équation (I) est vérifiée par les coordonnées du point S″. Calculons d'abord ces coordonnées.

Nous avons, comme tout à l'heure :

$$r = \text{IS}''\sin\left(B + \frac{C}{2}\right).$$

D'autre part, le triangle IS″P donne :

$$\frac{\text{IS}''}{\cos\frac{C}{2}} = \frac{\text{S}''\text{P}}{\cos\frac{A}{2}} = \frac{\text{IP}}{\cos\frac{B}{2}}.$$

Écrivons donc, d'après cela :

$$\text{IP} = r\frac{\cos\frac{B}{2}}{\cos\frac{C}{2}\sin\left(B+\frac{C}{2}\right)},$$

et

$$\text{S}''\text{P} = r\frac{\cos\frac{A}{2}}{\cos\frac{C}{2}\sin\left(B+\frac{C}{2}\right)}.$$

En substituant, à la place d'x et d'y, ces valeurs IP, S″P dans l'équation (I), on a :

$$\cos^2\frac{B}{2}\sin^2\left(A+\frac{B}{2}\right) + \cos^2\frac{A}{2}\sin^2\left(B+\frac{A}{2}\right) + 2\cos\frac{A}{2}\cos\frac{B}{2}\left(\lambda - \sin\frac{C}{2}\right)$$
$$= \cos^2\frac{C}{2}\sin^2\left(B+\frac{C}{2}\right). \quad (1)$$

Cette valeur de λ paraît, au premier abord, singulièrement compliquée ; mais elle est susceptible d'une notable simplification.

A cet effet, j'observe d'abord que l'on a :

$$2\cos\frac{C}{2}\sin\left(B+\frac{C}{2}\right) = \sin A + \sin B,$$

et

$$2\cos\frac{B}{2}\sin\left(A+\frac{B}{2}\right) - 2\cos\frac{A}{2}\sin\left(B+\frac{A}{2}\right) = \sin A - \sin B.$$

L'égalité (1) devient, d'après cette remarque,

$$\frac{1}{4}(\sin A - \sin B)^2 + 2\cos\frac{A}{2}\cos\frac{B}{2}\sin\left(A+\frac{B}{2}\right)\sin\left(B+\frac{A}{2}\right)$$
$$+ 2\cos\frac{A}{2}\cos\frac{B}{2}\left(\lambda - \sin\frac{C}{2}\right) = \frac{1}{4}(\sin A + \sin B)^2.$$

En simplifiant, il vient :

$$\lambda - \sin\frac{C}{2} + \sin\left(A+\frac{B}{2}\right)\sin\left(B+\frac{A}{2}\right) = 2\sin\frac{A}{2}\sin\frac{B}{2}$$

ou

$$\lambda + \sin\left(A+\frac{B}{2}\right)\sin\left(B+\frac{A}{2}\right) = \cos\frac{A}{2}\cos\frac{B}{2} + \sin\frac{A}{2}\sin\frac{B}{2} = \cos\frac{A-B}{2}.$$

Mais on a :

$$\cos\left(A+\frac{B}{2}\right)\cos\left(B+\frac{A}{2}\right)+\sin\left(A+\frac{B}{2}\right)\sin\left(B+\frac{A}{2}\right)=\cos\frac{A-B}{2},$$

on a donc, finalement :

$$\lambda=\cos\left(A+\frac{B}{2}\right)\cos\left(B+\frac{A}{2}\right).$$

Concluons donc que, dans le système de coordonnées que nous avons adopté, l'équation de la conique (I) est :

$$x^2\sin^2\left(A+\frac{B}{2}\right)+y^2\sin^2\left(B+\frac{A}{2}\right)+2xy\left\{\cos\left(A+\frac{B}{2}\right)\cos\left(B+\frac{A}{2}\right)\right.$$
$$\left.-\sin\frac{C}{2}\right\}=r^2. \qquad \text{(I)}$$

D'autre part, dans ce même système d'axes, l'équation du cercle inscrit au triangle est :

$$x^2+y^2-2xy\sin\frac{C}{2}=r^2.$$

Retranchons ces deux dernières égalités, et nous obtenons :

$$\left[x\cos\left(A+\frac{B}{2}\right)-y\cos\left(B+\frac{A}{2}\right)\right]^2=0.$$

Ainsi, la conique I et le cercle inscrit, sont doublement tangents, et comme les deux courbes sont concentriques, nous voyons déjà que l'un des axes de I a une longueur égale à $2r$.

Il nous reste à déterminer la longueur du second axe.

A cet effet, imaginons un cercle quelconque, de centre I, cercle représenté par l'équation :

$$K\left(x^2+y^2-2xy\sin\frac{C}{2}\right)=r^2. \qquad (\Delta)$$

Les cordes, qui, passant par I, sont communes à ce cercle et à I, sont données par l'égalité :

$$x^2\left[K-\sin^2\left(A+\frac{B}{2}\right)\right]+y^2\left[K-\sin^2\left(B+\frac{A}{2}\right)\right]$$
$$-2xy\left[\left(K-1\right)\sin\frac{C}{2}+\cos\left(A+\frac{B}{2}\right)\cos\left(B+\frac{A}{2}\right)\right]=0.$$

Si nous exprimons que le premier membre est un carré parfait *, nous aurons, pour déterminer K, la relation :

* On observera sans doute que le calcul que nous développons ici est une application de la méthode classique pour trouver les axes d'une conique à centre, méthode attribuée à Galois.

$$\left[(K-1)\sin\frac{C}{2}+\cos\left(A+\frac{B}{2}\right)\cos\left(B+\frac{A}{2}\right)\right]^2=\left[K-1+\cos^2\left(A+\frac{B}{2}\right)\right]$$
$$\left[K-1+\cos^2\left(B+\frac{A}{2}\right)\right].$$

En développant le calcul indiqué, nous apercevons d'abord le facteur $K-1$; à cette première solution, correspond le cercle inscrit, résultat que nous avons déjà observé.

L'équation débarrassée de ce facteur $(K-1)$ donne, pour déterminer la seconde valeur de K, l'égalité :

$$(K-1)\cos^2\frac{C}{2}=2\sin\frac{C}{2}\cos\left(A+\frac{B}{2}\right)\cos\left(B+\frac{A}{2}\right)-\cos^2\left(A+\frac{B}{2}\right)$$
$$-\cos^2\left(B+\frac{A}{2}\right).$$

Mais cette valeur de K est susceptible d'une grande simplification.

Écrivons d'abord l'égalité précédente sous la forme :

$$K\cos^2\frac{C}{2}=1-\cos^2\left(A+\frac{B}{2}\right)-\cos^2\left(B+\frac{A}{2}\right)$$
$$-\sin^2\frac{C}{2}+2\sin\frac{C}{2}\cos\left(A+\frac{B}{2}\right)\cos\left(B+\frac{A}{2}\right);$$

puis, ajoutons et retranchons $\cos^2\left(A+\frac{B}{2}\right)\cos^2\left(B+\frac{A}{2}\right)$; il vient alors :

$$K\cos^2\frac{C}{2}=\sin^2\left(A+\frac{B}{2}\right)\sin^2\left(B+\frac{A}{2}\right)-\left[\sin\frac{C}{2}-\cos\left(A+\frac{B}{2}\right)\cos\left(B+\frac{A}{2}\right)\right]^2.$$

Nous avons donc :

$$K\cos^2\frac{C}{2}=\left\{\sin\left(A+\frac{B}{2}\right)\sin\left(B+\frac{A}{2}\right)-\cos\left(A+\frac{B}{2}\right)\cos\left(B+\frac{A}{2}\right)+\sin\frac{C}{2}\right\}$$
$$\left\{\sin\left(A+\frac{B}{2}\right)\sin\left(B+\frac{A}{2}\right)+\cos\left(A+\frac{B}{2}\right)\cos\left(B+\frac{A}{2}\right)-\sin\frac{C}{2}\right\},$$

ou bien :

$$K\cos^2\frac{C}{2}=\left\{\cos\frac{A+B}{2}-\cos\frac{3(A+B)}{2}\right\}\left\{\cos\frac{A-B}{2}-\cos\frac{A+B}{2}\right\}$$

ou encore :

$$K\cos^2\frac{C}{2}=4\sin\frac{A+B}{2}\sin(A+B)\sin\frac{A}{2}\sin\frac{B}{2}.$$

Finalement :

$$K=8\sin\frac{A}{2}\sin\frac{B}{2}\sin\frac{C}{2}.$$

De cette valeur de K et de l'équation (Δ), on déduit que la longueur 2ρ du second axe de la conique (I) est donnée par la formule :

$$\rho^2 = \frac{r^2}{8 \sin \frac{A}{2} \sin \frac{B}{2} \sin \frac{C}{2}}.$$

D'ailleurs, en désignant par R le rayon du cercle circonscrit, on sait que :

$$r = 4R \sin \frac{A}{2} \sin \frac{B}{2} \sin \frac{C}{2}.$$

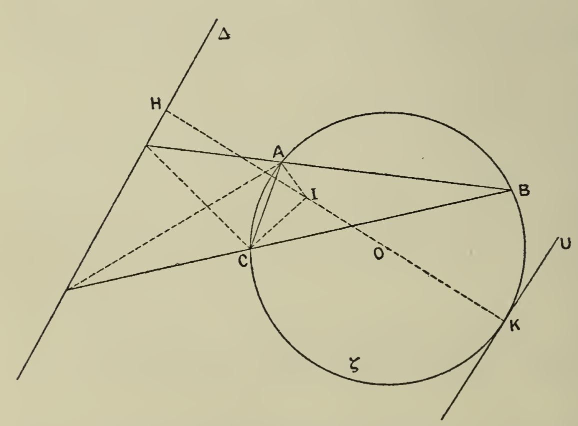
On a donc :

$$\rho^2 = r \frac{R}{2}$$

égalité qui établit la seconde partie du théorème énoncé.

6. Direction des axes de la conique I. — Il nous reste à déterminer la direction des axes de la conique en question, et nous allons montrer que le petit axe de cette conique est perpendiculaire sur la droite Δ qui joint les pieds des bissectrices extérieures. Cette proposition très simple ne se vérifie *directement* que par des calculs très laborieux et que nous n'avons même pas poussés jusqu'au bout, par suite des complications qu'ils semblent présenter. Mais on peut tourner la difficulté par les considérations suivantes :

Abaissons du point I une perpendiculaire IH sur Δ ; il est facile de vérifier que cette droite passe par le centre O du cercle circonscrit ζ*.



Soit K l'un des points où elle rencontre ζ, en ce point K, la tangente KU est parallèle à Δ. La conique I étant, comme nous le faisons observer plus loin, une tranformée homologique de ζ, au point K correspond un certain point K′ de la droite IH; la raison en est que I est le centre de l'homologie en question. La tangente, en ce point K′ à I, doit rencontrer KU sur l'axe d'homologie Δ, c'est-à-dire à l'infini.

Concluons donc qu'au point K′, la tangente à la conique I est perpendiculaire sur le rayon vecteur. Ainsi Δ est une des directions princi-

* Théorème dû à M. Hain (*Archiv der Physik und Mathematik von Grunert*, t. LIX). Une démonstration élémentaire a été publiée dans *Mathesis*, t. II, p. 111. 1882.

pales de cette conique. Il est facile de vérifier que cette direction correspond au grand axe de la conique. Nous pouvons, d'après cela, énoncer le théorème suivant :

La droite, qui joint le centre du cercle inscrit au centre du cercle circonscrit, coupe le cercle inscrit en deux points qui sont deux sommets, extrémités du petit axe de la conique I.

7. Théorème. — *La conique* I, *abstraction faite des pieds des bissectrices, coupe encore les côtés du triangle* ABC *en trois points* σ, σ', σ'' ; *les droites* $A\sigma$, $B\sigma'$, $C\sigma''$ *concourent en un point* J *qui est le premier réciproque du point de Nagel; ce point remarquable* J *est situé sur la droite qui joint le centre du cercle inscrit au centre du cercle circonscrit.*

Dans la transformation que nous étudions ici, on peut observer, d'une façon générale, que : *à la bissectrice extérieure du sommet* A, *correspond le côté* BC.

En effet, l'équation de cette bissectrice étant :

$$y + z = 0,$$

celle de la droite correspondante sera :

$$z + x - y + x + y - z = 0,$$

ou

$$x = 0.$$

De cette remarque, résulte une construction bien simple des points σ, σ', σ''; il suffit de joindre les points où les bissectrices extérieures coupent le cercle circonscrit, au centre du cercle inscrit; ces droites coupent les côtés correspondants du triangle aux points cherchés.

Que les droites $A\sigma$, $B\sigma'$, $C\sigma''$ soient concourantes? C'est un fait bien connu et qui résulte : d'une part, de ce que les droites AS, BS', CS'' concourent; et, d'autre part, de l'application évidente des théorèmes de Carnot et de Jean de Ceva.

Soit donc J ce point de concours; je dis que J est placé sur la droite qui joint le centre I du cercle inscrit au centre O du cercle circonscrit.

Pour établir cette proposition, il faut d'abord déterminer les coordonnées du point J.

A cet effet, cherchons l'équation de la conique (I) en coordonnées cartésiennes; Cx et Cy étant pris pour axes. Un calcul qui n'offre aucune difficulté conduit à l'équation suivante :

$$\begin{aligned}
&(b+c)(2bc - ab - ac - b^2 - c^2)\,x^2 \\
&+ (c+a)(2ca - bc - ba - c^2 - a^2)\,y^2 \\
&+ 2ab\,(c - a - b - 2c\cos C)\,xy \\
&+ 2ab\,(b^2 + ab + ac - bc)\,x \\
&+ 2ab\,(a^2 + ab + bc - ac)\,y \\
&+ a^2b^2(c - a - b) = 0.
\end{aligned}$$

En faisant $y=0$, nous obtenons une équation du second degré en x dont les racines x' et x'', tout calcul fait, sont données par les formules :

$$x'=\frac{ab}{b+c}, \qquad x''=\frac{ab(a+b-c)}{b^2+c^2+ab+ac-2bc}.$$

A la première, correspond le pied S de la bissectrice ; à l'autre, correspond le point cherché σ. Nous avons donc :

$$C\sigma=\frac{ab(a+b-c)}{b^2+c^2+ab+ac-2bc}.$$

De cette formule, nous déduisons :

$$B\sigma=a-C\sigma=\frac{ac(c+a-b)}{b^2+c^2+ab+ac-2bc}.$$

Ces égalités donnent :

$$\frac{C\sigma}{B\sigma}=\frac{b(p-c)}{c(p-b)};$$

les coordonnées barycentriques du point J sont donc :

$$\frac{a}{p-a}, \qquad \frac{b}{p-b}, \qquad \frac{c}{p-c}. \qquad \text{(J)}$$

Elles sont, comme l'on voit, remarquablement simples, et, pour ce motif, il est vraisemblable que ce point J, qui se présente à nous dans cette étude de la conique I, est appelé à jouer un rôle notable dans la géométrie du triangle. Nous allons voir comment on fixe, très simplement, sa position.

Dans le système barycentrique, les coordonnées des points I et O étant, respectivement :

$$\sin A, \qquad \sin B, \qquad \sin C \qquad \text{(I)}$$
$$\sin 2A, \qquad \sin 2B, \qquad \sin 2C \qquad \text{(O)}$$

Nous avons à reconnaître que :

$$\begin{vmatrix} \frac{a}{p-a} & \frac{b}{p-b} & \frac{c}{p-c} \\ \sin A & \sin B & \sin C \\ \sin 2A & \sin 2B & \sin 2C \end{vmatrix}=0,$$

et cette égalité revient à la suivante :

$$\sum\frac{\cos B-\cos C}{p-a}=0,$$

laquelle se vérifie facilement.

J'ai ajouté, dans l'énoncé du théorème en question, que le point J était le premier réciproque * du point de Nagel, et en voici la raison.

Le point de Nagel est le réciproque (sens ordinaire) du point de Gergonne. On sait que celui-ci s'obtient en joignant les sommets du triangle aux points de contact des côtés avec le cercle inscrit. D'après cela, les coordonnées barycentriques du point de Gergonne Γ, sont :

$$\frac{1}{p-a}, \quad \frac{1}{p-b}, \quad \frac{1}{p-c};$$

et, par suite, celles du point de Nagel Γ_0 sont :

$$p-a, \quad p-b, \quad p-c.$$

En les désignant par α', β', γ', nous avons donc :

$$\frac{\alpha'}{p-a}=\frac{\beta'}{p-b}=\frac{\gamma'}{p-c}.$$

D'autre part, les coordonnées α'', β'', γ'' du point J sont données par les formules :

$$\frac{\alpha''(p-a)}{a}=\frac{\beta''(p-b)}{b}=\frac{\gamma''(p-c)}{c}.$$

Ces égalités donnent :

$$\frac{\alpha'\alpha''}{a}=\frac{\beta'\beta''}{b}=\frac{\gamma'\gamma''}{c}.$$

Ces dernières relations prouvent que J et le point de Nagel sont réciproques du premier ordre, et l'on peut, par la construction que nous avons donnée (*loc. cit.*), déduire la position de J, de celle du point de Nagel.

Mais cette position se trouve plus élémentairement, et aussi plus rapidement, en utilisant le théorème que nous venons de démontrer (théorème qui prouve que le point J appartient à la droite IO) et celui que nous allons maintenant établir.

8. Théorème. — *Le point* J *appartient à la droite qui joint le centre de gravité* E *au point de Gergonne* Γ.

En effet, la droite ΓE, en coordonnées barycentriques, est représentée par l'équation :

$$\begin{vmatrix} \alpha & \beta & \gamma \\ 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{p-a} & \frac{1}{p-b} & \frac{1}{p-c} \end{vmatrix}=0.$$

* Voyez *Journal de mathématiques élémentaires*, 1886, p. 109; deux points M, M' sont *réciproques d'ordre* p lorsque leurs coordonnées barycentriques (α, β, γ), (α', β', γ') vérifient les égalités

$$\frac{\alpha\alpha'}{a^p}=\frac{\beta\beta'}{b^p}=\frac{\gamma\gamma'}{c^p}.$$

Dans ces relations, a, b, c désignent les longueurs des côtés du triangle de référence. Pour $p=0$, on a les *points réciproques* dans le sens ordinaire que nous avons donné à ce mot.

Cette relation peut s'écrire :

$$\sum (b-c)(p-a)\alpha = 0,$$

et cette égalité est visiblement vérifiée par les coordonnées du point J, puisque l'on a :

$$\sum a(b-c) \equiv 0.$$

9. Construction point par point et tangente par tangente de la conique (I). — Lorsqu'on étudie la transformation complémentaire, on trouve, ce renseignement nous a été communiqué par M. Neuberg, que les figures complémentaires sont homologiques, si les coordonnées sont trilinéaires et normales. Ainsi, la conique (I) est une transformée homologique du cercle circonscrit; le pôle d'homologie est le centre du cercle inscrit, l'axe d'homologie s'obtient en joignant les pieds des bissectrices extérieures ; enfin, la constante d'homologie est égale à — 2.

10. Résumé. — De ces propriétés diverses que, pour abréger, nous nous bornons à énoncer, on déduit une construction point par point et tangente par tangente de la conique (I), et cette conique remarquable du plan d'un triangle se trouve, en résumé, déterminée par les propriétés suivantes :

1° *Elle a pour centre le centre du cercle inscrit ;*

2° *Elle passe par les pieds des bissectrices intérieures ;*

3° *Elle coupe les côtés du triangle de référence en trois autres points qui se déterminent au moyen du premier réciproque du point de Nagel ;*

4° *Elle est doublement tangente aux extrémités du petit axe, au cercle inscrit ; par suite, le petit axe est égal au diamètre de ce cercle ;*

5° *Le demi-grand axe est égal à une moyenne géométrique entre le rayon du cercle inscrit et le demi-rayon du cercle circonscrit* ;*

6° *Elle peut se construire point par point et tangente par tangente, parce qu'elle est une transformée homologique du cercle circonscrit.*

Nous terminons cette étude en généralisant quelques-uns des résultats précédents.

11. Coniques adjointes a la conique (I). — Il est naturel, après l'étude précédente, de rechercher des coniques (I_a), (I_b), (I_c) jouant vis-à-vis des cercles exinscrits, le même rôle que celui que nous avons vu jouer à la conique (I), par rapport au cercle inscrit.

Prenons, par exemple, le cercle exinscrit qui touche le segment BC entre les points B et C, et soit I_a le centre de ce cercle. Il existe une

* La figure que l'on trouvera à la fin de ce volume (planche III) rappelle toutes ces propriétés. J'ai conservé les dimensions que M. Brocard a choisies dans la figure qui représente la position de son cercle relativement au triangle ABC. L'épure de cette planche a été faite par M. Lebon, mon collègue au lycée Charlemagne, qui a bien voulu me prêter son précieux concours pour la confection d'un dessin qui, en vertu même des nombreuses vérifications qu'il comportait, offrait certaines difficultés.

conique ayant son centre en ce point I_a et passant : 1° par le pied de la bissectrice intérieure de l'angle A ; 2° par les pieds des bissectrices extérieures des angles B et C. Nous obtiendrons, par cette considération, trois nouvelles coniques remarquables (I_a), (I_b), (I_c) que nous ne faisons que signaler à la fin de ce travail, mais qui jouissent des propriétés que nous avons trouvées pour la conique I, en modifiant celles-ci convenablement.

En coordonnées trilinéaires normales, l'équation de (I_a), par exemple, est :

$$-px^2+(p-c)y^2+(p-b)z^2-ayz-bzx-cxy=0.$$

La courbe correspondant à cette équation est une hyperbole doublement tangente au cercle exinscrit I_a, aux points où la droite OI_a coupe ce cercle, etc...

12. Généralisation des propriétés précédentes. — L'idée d'adjoindre aux points I, I_a, I_b, I_c, centres des cercles inscrit et exinscrit, les coniques (I), (I_a), (I_b), (I_c) que nous venons d'étudier, est susceptible d'une généralisation évidente.

Prenons un point quelconque M dans le plan d'un triangle ABC ; les droites MA, MB, MC rencontrent les côtés du triangle en des points A′, B′, C′, et il existe une certaine conique (M) ayant pour centre le point M et passant en outre par les points A′, B′, C′. Cette conique est *bien déterminée,* et pour rappeler sa construction, on pourrait dire qu'elle est, relativement au triangle de référence ABC, *centralement associée* au point M.

Nous nous bornerons à indiquer quelques propriétés de ces coniques.

En désignant par α_0, β_0, γ_0 les coordonnées du point considéré M (coordonnées barycentriques), on trouve que la conique centralement associée est représentée par l'équation :

$$\sum \frac{\alpha^2}{\alpha_0^2}(\beta_0+\gamma_0-\alpha_0)-2\sum \gamma_0\frac{\alpha\beta}{\alpha_0\beta_0}=0. \qquad \text{(M)}$$

La conique (M) rencontre, abstraction faite des points A′, B′, C′, les côtés du triangle ABC en trois autres points A″, B″, C″ ; les droites AA″, BB″, CC″ concourent en un point M_1, dont les coordonnées $(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$ vérifient les égalités :

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_0}(\beta_0+\gamma_0-\alpha_0)=\frac{\beta_1}{\beta_0}(\gamma_0+\alpha_0-\beta_0)=\frac{\gamma_1}{\gamma_0}(\alpha_0+\beta_0-\gamma_0).$$

Le cercle inscrit qui, dans le cas de la conique (I), était doublement tangent à cette courbe, se trouve remplacé, dans le cas général nous occupant maintenant, par une certaine conique que nous allons faire connaître.

Posons :

$$2P_0 = \alpha_0 + \beta_0 + \gamma_0,$$

et nous avons l'*identité* :

$$4(P_0 - \alpha_0)(P_0 - \beta_0)(P_0 - \gamma_0)\{u^2(P_0 - \alpha_0) + v^2(P_0 - \beta_0) + w^2(P_0 - \gamma_0)$$
$$- \alpha_0 vw - \beta_0 uw - \gamma_0 uv\} - \alpha_0(P_0 - \alpha_0)^2 u^2 - \beta_0^2(P_0 - \beta_0)v^2 - \gamma_0(P_0 - \gamma_0)w^2$$
$$+ 2\alpha_0\beta_0(P_0 - \alpha_0)(P_0 - \beta_0)uv + 2\beta_0\gamma_0(P_0 - \beta_0)(P_0 - \gamma_0)vw$$
$$+ 2\gamma_0\alpha_0(P_0 - \gamma_0)(P_0 - \alpha_0)wu + \{(P_0 - \alpha_0)(\gamma_0 - \beta_0)u + (P_0 - \beta_0)(\alpha_0 - \gamma_0)v$$
$$+ (P_0 - \gamma_0)(\beta_0 - \alpha_0)w\}^2 \equiv 0.$$

Cette identité se vérifie très vite en observant qu'elle est symétrique par rapport aux lettres u, v, w associées respectivement aux lettres α_0, β_0, γ_0. D'après cela, il suffit de constater que le coefficient de u^2 et celui de uv sont identiquement nuls ; ce fait se reconnaît immédiatement.

Dans cette identité, remplaçons u, v, w, respectivement par $\frac{\alpha}{\alpha_0}$, $\frac{\beta}{\beta_0}$, $\frac{\gamma}{\gamma_0}$; on voit alors que la conique (M) est doublement tangente à une certaine conique μ représentée par l'égalité :

$$\sum \alpha^2(\beta_0 + \gamma_0 - \alpha_0)^2 - 2\sum \alpha\beta(\beta_0 + \gamma_0 - \alpha_0)(\alpha_0 + \gamma_0 - \beta_0) = 0. \quad (\mu)$$

le double contact ayant lieu sur la droite Δ qui correspond à l'équation :

$$\sum \frac{\alpha}{\alpha_0}(\gamma_0 - \beta_0)(\beta_0 + \gamma_0 - \alpha_0) = 0. \quad (\Delta)$$

La conique (μ) est inscrite au triangle ABC, et les points de contact s'obtiennent en joignant les sommets ABC à un point M_2 dont les coordonnées (α_2, β_2, γ_2) se calculent au moyen des formules :

$$\alpha_2(\beta_0 + \gamma_0 - \alpha_0) = \beta_2(\gamma_0 + \alpha_0 - \beta_0) = \gamma_2(\alpha_0 + \beta_0 - \gamma_0).$$

Il nous reste à montrer comment on obtient ce point M_2, dont la connaissance entraîne la détermination précise de la conique (μ).

En prenant le réciproque (sens ordinaire) de M_2, on obtient un point M′ dont les coordonnées sont :

$$\beta_0 + \gamma_0 - \alpha_0, \qquad \gamma_0 + \alpha_0 - \beta_0, \qquad \alpha_0 + \beta_0 - \gamma_0.$$

Mais, d'après ce tableau, on voit que M′ est l'anti-complémentaire de M. De là, la construction suivante : *on joint le point* M *au centre de gravité du triangle, et l'on prolonge cette droite d'une longueur double; soit* M′ *le point ainsi obtenu. On prend le réciproque de* M′ ; *la conique qui correspond à ce point, considéré comme un point de Gergonne, est doublement tangente à la conique* (M).

Ainsi, pour revenir au cas de la conique (I) que nous avons spécialement étudiée dans ce travail, nous prenons pour point de départ le centre I du cercle inscrit; il faut ensuite trouver son anti-complémentaire, c'est le point de Nagel; enfin, il faut envisager le réciproque de celui-ci. Ce réciproque n'est autre chose que le point de Gergonne relatif au cercle inscrit; nous retombons sur les résultats obtenus plus haut.

L'analogie est d'ailleurs plus profonde, comme on pourra le vérifier. Si l'on cherche le centre de la conique (μ), on trouve précisément le point α_0, β_0, γ_0.

Enfin la droite Δ, droite joignant les points de contact des coniques (M) et (μ), passe par le point M_1 et par le point M.

M. E. LEMOINE

Ancien élève de l'École polytechnique, à Paris.

QUESTIONS DIVERSES SUR LA GÉOMÉTRIE DU TRIANGLE

— Séance du 14 août 1886. —

Je vais avoir l'honneur de vous communiquer diverses questions se rapportant à l'étude du triangle, dont quelques-unes complètent des communications antérieures.

Nous emploierons les coordonnées homogènes normales.

Rappelons d'abord la terminologie que nous adoptons d'après MM. *Mathieu, Neuberg, de Longchamps,* etc., et nos propres dénominations déjà employées.

ABC est le triangle de référence; M un point du plan. Soient A', B', C' les points où AM, BM, CM coupent respectivement BC, CA, AB; AM, BM, CM sont les *transversales angulaires* de M. Soient A'', B'', C'' les conjugués harmoniques de A', B', C', respectivement par rapport à B et à C, à C et à A, à A et à B. AA'', BB'', CC'' seront les *polaires angulaires* de M.

Les trois points A'', B'', C'' sont sur une ligne droite que nous appellerons la *polaire trilinéaire* de M. M. *de Longchamps* dit aussi que M et A''B''C'' sont *harmoniquement associés.*

Une polaire angulaire et deux transversales angulaires rencontrent les côtés de ABC en trois groupes de trois points situés en ligne droite : A'', B', C'; B'', C', A'; C'', A', B'; ce sont les *copolaires* de M (1re, 2e,

3e copolaires, ou copolaires en A, en B, en C). On les appelle aussi lignes pédales.

Remarquons que ces droites sont les *associées** en A, en B, en C de la polaire trilinéaire de M.

De même, une transversale angulaire et deux polaires angulaires se rencontrent trois à trois aux points M_a, M_b, M_c qui sont les associés de M.

Remarque. — Si l'on considère M_a comme point *fondamental*, les associés de M_a sont : M, M_c, M_b.

Si l'on prend les symétriques de A', B', C', par rapport aux milieux des côtés BC, CA, AB, ce que M. de Longchamps appelle les isotomiques de A', B', C', et que l'on joigne ces symétriques aux sommets opposés, on a trois droites qui se coupent en M'; M' est le *réciproque* de M.

Le lieu des points réciproques des points d'une courbe s'appelle la courbe réciproque de la première.

Le point $\beta+\gamma$, $\gamma+\alpha$, $\alpha+\beta$ est dit (en coordonnées normales) le point *supplémentaire* de α, β, γ.

La propriété caractéristique de ces deux points est la suivante :

Si l'on transforme homologiquement ABC, *de manière qu'il devienne le triangle formé par les bissectrices extérieures, les deux points* α, β, γ *et* $\beta+\gamma$, $\gamma+\alpha$, $\alpha+\beta$ *se transforment l'un dans l'autre.*

Le point $-\alpha+\beta+\gamma$, $\alpha-\beta+\gamma$, $\alpha+\beta-\gamma$ est dit l'*anti-supplémentaire* de α, β, γ.

Par A', B', C', menons des parallèles à BA, CB, AC qui coupent CA, AB, BC en B_δ, C_δ, A_δ; AA_δ, BB_δ, CC_δ se coupent en un point M_δ que nous appelons le *point direct de* M ou le *Brocardien direct de* M.

Par A', B', C', menons des parallèles à CA, AB, BC qui coupent AB, BC, CA en C_ρ, A_ρ, B_ρ; AA_ρ, BB_ρ, CC_ρ se coupent en un point M_ρ que nous appelons le *point rétrograde de* M**, ou le *Brocardien rétrograde de* M.

Soit ABC un triangle inscrit dans une conique, les tangentes en A, B, C à cette conique forment le triangle $A_1B_1C_1$; nous appellerons, avec M. *de Longchamps, point de Gergonne* et *droite de Gergonne* de la conique, par rapport à l'un ou l'autre des triangles ABC, $A_1B_1C_1$, le centre d'homologie et l'axe d'homologie des deux triangles ABC, $A_1B_1C_1$.

Le point de *Gergonne* proprement dit est le point de *Gergonne* du cercle inscrit par rapport au triangle ABC, il a pour coordonnées :

$$\frac{1}{a(p-a)}, \quad \frac{1}{b(p-b)}, \quad \frac{1}{c(p-c)}$$

* On sait que si α, β, γ sont les coordonnées d'un point P, les points $-\alpha, \beta, \gamma$; $\alpha, -\beta, \gamma$; $\alpha, \beta, -\gamma$, désignés par P_a, P_b, P_c, sont les associés de P en A, en B, en C; si $\varphi(\alpha, \beta, \gamma) = 0$ est l'équation d'une courbe, la courbe $\varphi(-\alpha, \beta, \gamma) = 0$ est son associée en A, etc.

** Voir *Lemoine*; N. A., 1885, p. 202.

Direct et rétrograde correspondent à 2e et 1er Brocardien, expressions employées ordinairement avec les coordonnées barycentriques.

ou

$$r_a h_a, \qquad r_b h_b, \qquad r_c h_c;$$

$r_a, r_b, r_c, h_a, h_b, h_c$ étant les rayons des cercles exinscrits et les hauteurs du triangle.

I. — Étude des droites qui se déduisent d'une droite donnée, comme les points de Brocard se déduisent du point de Lemoine *

Soit un triangle ABC (fig. 1), *soit* D *une droite* A′B′C′ *qui coupe respectivement* BC, CA, AB *en* A′, B′, C′. Je parcours le périmètre dans le sens ABC :

Par A′, *je mène une parallèle à* CA *qui coupe* AB *en* A'_c;
— B′ — — AB — BC *en* B'_a;
— C′ — — BC — CA *en* C'_b.

Je parcours le périmètre dans le sens CBA :

Par A′, *je mène une parallèle à* BA *qui coupe* AC *en* A'_b;
— C′ — — AC — CB *en* C'_a;
— B′ — — CB — BA *en* B'_c.

Les trois points A'_c, B'_a, C'_b *sont sur une droite* D_δ *que nous appellerons* **Brocardienne directe** *de* A′B′C′; *les trois points* A'_b, C'_a, B'_c *sont sur une droite* D_ρ *que nous appellerons* **Brocardienne rétrograde** *de* A′B′C′; A′B′C′ *sera la droite* **fondamentale.**

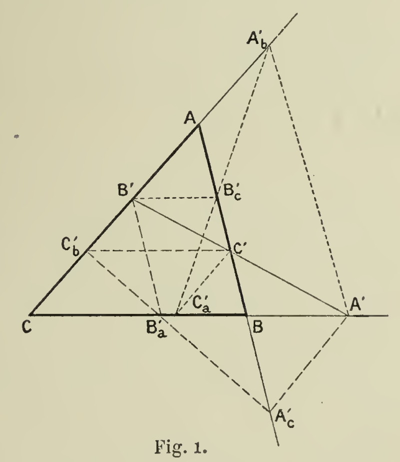


Fig. 1.

Nous n'insisterons pas sur la très facile démonstration de ce théorème.

Soit $A\alpha + B\beta + C\gamma = 0$ l'équation de la droite fondamentale :

$$\frac{\alpha}{cB} + \frac{\beta}{aC} + \frac{\gamma}{bA} = 0$$

sera l'équation de la Brocardienne directe $A'_c B'_a C'_b$.

$$\frac{\alpha}{bC} + \frac{\beta}{cA} + \frac{\gamma}{aB} = 0$$

sera l'équation de la Brocardienne rétrograde $A'_b B'_c C'_a$.

* Voir *Congrès de Grenoble*, 1885, p. 25.

Soit J le point d'intersection de la Brocardienne directe et de la Brocardienne rétrograde, J a pour coordonnées :

$$\frac{a^2BC - A^2bc}{Aa}, \qquad \frac{b^2CA - B^2ca}{Bb}, \qquad \frac{c^2AB - C^2ab}{Cc};$$

J n'est jamais sur la droite fondamentale, il faudrait que l'on eût :

$$\sum\left(\frac{A}{a}\right)^2 - \sum\frac{BC}{bc} = 0$$

ou

$$\sum\left(\frac{B}{b} - \frac{C}{c}\right)^2 = 0$$

c'est-à-dire que la droite fondamentale soit à l'infini.

On verrait facilement aussi que : *la Brocardienne directe et la Brocardienne rétrograde ne sont jamais parallèles.*

Il est clair que D est la Brocardienne rétrograde de D_ρ, et la Brocardienne directe de D_δ.

Si la droite fondamentale passe par le point O $(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$, *la Brocardienne directe enveloppera une conique inscrite.*

Cette conique, que nous appellerons *conique directe par rapport à* O, a pour équation :

$$\sqrt{ab\beta_1\alpha} + \sqrt{bc\gamma_1\beta} + \sqrt{ca\alpha_1\gamma} = 0$$

Si la droite fondamentale passe par le point O $(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$, *la Brocardienne rétrograde enveloppera une conique inscrite.*

Cette conique, que nous appellerons *conique rétrograde par rapport à* O, a pour équation :

$$\sqrt{ac\gamma_1\alpha} + \sqrt{ba\alpha_1\beta} + \sqrt{cb\beta_1\gamma} = 0$$

Ces coniques sont des ellipses ou des hyperboles suivant que le produit $\alpha_1 \times \beta_1 \times \gamma_1$ est positif ou négatif.

Si ce produit est nul, c'est-à-dire si O est sur l'un des côtés de ABC, l'enveloppe devient un point; cela est évident géométriquement. Il est très facile de construire à ces courbes les tangentes parallèles aux côtés et de déterminer les points de contact de chaque droite avec son enveloppe.

Ainsi, pour avoir à la conique directe la tangente qui est parallèle à AC, je mène par O une parallèle à AB, qui coupe CB en un point par lequel je mène une parallèle à AC, c'est la tangente cherchée, etc.

Si O est sur l'*ellipse* qui a pour équation :

$$\frac{\alpha^2}{b^2} + \frac{\beta^2}{c^2} + \frac{\gamma^2}{a^2} + 2\beta\gamma\frac{\cos C}{ac} + 2\alpha\gamma\frac{\cos A}{ba} + 2\alpha\beta\frac{\cos B}{cb} = 0,$$

la *conique directe* est une hyperbole équilatère ; de même si O est sur l'*ellipse* qui a pour équation :

$$\frac{\alpha^2}{c^2}+\frac{\beta^2}{a^2}+\frac{\gamma^2}{b^2}+\beta 2\gamma\frac{\cos B}{ab}+2\alpha\gamma\frac{\cos C}{bc}+2\alpha\beta\frac{\cos A}{ca}=0,$$

la conique rétrograde est une hyperbole équilatère.

Ces deux ellipses ne sont réelles que si le triangle ABC est obtusangle. Si O est le point :

$$\frac{p-c}{a},\qquad \frac{p-a}{b},\qquad \frac{p-b}{c},$$

qui est le Brocardien rétrograde du point de *Gergonne* proprement dit, c'est-à-dire de l'inverse du point que nous avons rencontré (Voir *Bulletin de la Société mathématique de France,* 1884; p. 75, 11°), la conique directe est le cercle inscrit.

Si O est le point :

$$\frac{p-b}{a},\qquad \frac{p-c}{b},\qquad \frac{p-a}{c},$$

qui est le Brocardien direct du point de Gergonne proprement dit, la conique rétrograde est le cercle inscrit.

La droite, qui joint ces deux points, a pour milieu : le centre du cercle inscrit ; pour équation :

$$\sum a\alpha\Big(b^2+c^2-a\,(b+c)\Big)=0\,;$$

pour carré de sa longueur :

$$\frac{1}{p^2}\sum a^2\,(b-a)\,(c-a).$$

On aurait aussi facilement les points O, pour lesquels soit la conique directe, soit la conique rétrograde est un des cercles exinscrits.

Si O est le centre de gravité, la conique directe et la conique rétrograde coïncident toutes deux avec l'ellipse maxima inscrite dans le triangle. La tangente commune à la conique directe et à la conique rétrograde a pour équation :

$$\sum\frac{a\alpha}{a^2\alpha_1{}^2-bc\beta_1\gamma_1}=0.$$

Remarquons que les coefficients de α, β, γ sont précisément les inverses des coefficients des variables dans la droite de *Brocard* ω, ω', K étant le point α_1, β_1, γ_1 (Voir *Association française. Congrès de Grenoble,* 1885 ; p. 27, ligne 6), cela s'explique aisément, en effet. La conique directe est l'enveloppe de la polaire trilinéaire d'un point mobile sur la polaire trilinéaire du Brocardien direct de α_1, β_1, γ_1, la conique

rétrograde est l'enveloppe de la polaire trilinéaire d'un point mobile sur la polaire trilinéaire du Brocardien rétrograde de α_1, β_1, γ_1; donc, la tangente commune est la polaire trilinéaire du point d'intersection des deux polaires trilinéaires des deux Brocardiens de α_1, β_1, γ_1.

Les réciproques des propositions générales précédemment énoncées sont vraies, par exemple : *Si une droite* $A'_bB'_cC'_a$ *enveloppe une conique inscrite dans* ABC, *la droite* A'B'C' *passera par un point fixe,* etc., etc.

On voit que nous examinons là un cas particulier de transformation biquadratique qui peut être appelé : *transformation par droites Brocardiennes.*

Problème. — *Déterminer la droite* A'B'C' *connaissant le point* J *où les droites* $C'_bB'_aA'_c$ *et* $C'_aB'_cA'_b$ *se coupent.* Soient l, m, n les coordonnées de J; on voit qu'il suffit d'éliminer A, B, C entre :

$$A\alpha + B\beta + C\gamma = 0$$
$$\frac{a^2BC - A^2bc}{alA} = \frac{b^2CA - B^2ca}{bmB} = \frac{c^2AB - C^2ab}{cnC}$$

On trouve :

$$\sum \frac{a\alpha}{a^2l^2 - bcmn} = 0.$$

c'est, comme il est facile de le voir géométriquement, la tangente commune aux deux coniques directe et rétrograde correspondant au point J.

Soient λ, μ, ν, les points de contact de la conique directe avec BC, AC, AB; soit ω' le point de rencontre de $A\lambda$, $B\mu$, $C\nu$; soient L, M, N les points de contact de la conique rétrograde avec BC, AC, AB; soit ω le point de rencontre de AL, BM, CN.

On trouve, pour ω' et ω, respectivement les coordonnées :

$$\frac{c}{\beta_1}, \quad \frac{a}{\gamma_1}, \quad \frac{b}{\alpha_1}; \qquad \frac{b}{\gamma_1}, \quad \frac{c}{\alpha_1}, \quad \frac{a}{\beta_1},$$

c'est-à-dire que *les points* ω *et* ω' *sont le point direct et le point rétrograde de* O. (Voir *N. Annales,* 1885, p. 202.)

On peut ainsi exprimer ce résultat, en disant : les points de *Gergonne,* par rapport à ABC de la conique rétrograde et de la conique directe, sont le point direct et le point rétrograde de O.

En particulier, si O est le point de *Lemoine* (a, b, c), ω et ω' sont les points de *Brocard* proprement dits.

Remarquons que ν et N coïncident, c'est-à-dire que C, ω, ω' sont en ligne droite, si O est sur la conique $a^2\alpha_1^2 - bc\beta_1\gamma_1 = 0$.

GÉNÉRALISATION DES RÉSULTATS PRÉCÉDENTS

Dans ce qui précède, B'_c, C'_a, A'_b sont les intersections de AB, CB, AC avec les droites qui joignent B', C', A', respectivement aux points où la

droite de l'infini $a\alpha + b\beta + c\gamma = 0$ coupe CB, CA, AB ; de même, C'_b, B'_a, A'_c sont les intersections de CA, CB, AB avec les droites qui joignent C', B', A' respectivement aux points où la droite de l'infini coupe CB, AB, AC. Si l'on fait une projection conique de la figure, les projections des points à l'infini sur BC, AB, AC sont à distance finie, et l'on a des théorèmes calqués sur les précédents, mais plus généraux et tout aussi simples *géométriquement* et *analytiquement ;* nous allons en indiquer seulement quelques-uns, l'étude complète ne présentant aucune difficulté.

Soit un triangle ABC ; *soit, dans son plan, une droite* A'B'C' (droite fondamentale) *qui coupe respectivement* BC, CA, AB *en* A', B', C' ; *soit une droite* $\mathcal{A}\mathcal{B}\mathcal{C}$ (jouant ici, à distance finie, le rôle que nous avons donné précédemment à la droite de l'infini) *qui coupe respectivement* BC, AC, AB *en* $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, $\mathcal{C}$; *soient* A'_c, B'_a, C'_b *les points où* $A'\mathcal{B}$, $B'\mathcal{C}$, $C'\mathcal{A}$ *coupent respectivement* AB, BC, CA ; *soient* A'_b, B'_c, C'_a *les points où* $A'\mathcal{C}$, $B'\mathcal{A}$, $C'\mathcal{B}$ *coupent respectivement* AC, BA, CB ; *les trois points* A'_c, B'_a, C'_b *sont en ligne droite* (droite directe) ; *les trois points* A'_b, B'_c, C'_a *sont en ligne droite* (droite rétrograde).

Soit $A\alpha + B\beta + C\gamma = 0$ l'équation de A'B'C' ;

— $\mathcal{A}\alpha + \mathcal{B}\beta + \mathcal{C}\gamma = 0$ — $\mathcal{A}\mathcal{B}\mathcal{C}$.

La droite directe et la droite rétrograde auront respectivement pour équation :

$$\frac{\alpha}{B\mathcal{C}} + \frac{\beta}{C\mathcal{A}} + \frac{\gamma}{A\mathcal{B}} = 0,$$

$$\frac{\alpha}{C\mathcal{B}} + \frac{\beta}{A\mathcal{C}} + \frac{\gamma}{B\mathcal{A}} = 0.$$

Le point d'intersection J, de la droite directe et de la droite rétrograde, a pour coordonnées :

$$\frac{\mathcal{A}^2 BC - A^2 \mathcal{B}\mathcal{C}}{A\mathcal{A}}, \text{ etc.}$$

La droite fondamentale, la droite directe et la droite rétrograde ne se coupent jamais en un même point.

La droite $\mathcal{A}\mathcal{B}\mathcal{C}$, *la droite directe et la droite rétrograde ne se coupent jamais en un même point.*

Il y a une conique inscrite directe :

$$\sqrt{\mathcal{A}\mathcal{B}\beta_1\alpha} + \sqrt{\mathcal{B}\mathcal{C}\gamma_1\beta} + \sqrt{\mathcal{C}\mathcal{A}\alpha_1\gamma} = 0$$

enveloppe de la droite directe, lorsque la droite fondamentale passe par le point fixe O $(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$, et une conique rétrograde, etc., etc.

II. — ADDITIONS A LA THÉORIE DES POINTS ASSOCIÉS.

Le cas particulier du théorème de *Mac Laurin* et de *Braikenridge*, qui a été l'origine (voir *Congrès de Grenoble*, 1885, p. 42, ligne 4 en remontant) de nos deux mémoires sur le centre des médianes antiparallèles (point de *Lemoine*) aux Congrès de Lyon, en 1873, et à celui de Lille, en 1874, et, par suite aussi, s'est trouvé le point de départ des recherches si nombreuses faites depuis ce temps sur la géométrie du triangle, va nous donner une application de la théorie des points associés.

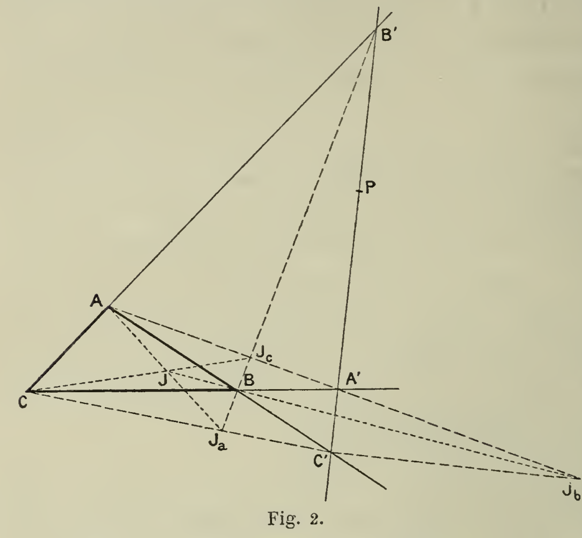


Fig. 2.

Soit ABC (fig. 2) le triangle de référence ; P un point dont les coordonnées sont α, β, γ. Par P, je mène une droite quelconque qui coupe BC, CA, AC respectivement en A′, B′, C′.

Soit J_a l'intersection de BB′ et de CC′ ;
— J_b — CC′ — AA′ ;
— J_c — AA′ — BB′.

On sait que si la droite A′B′C′ tourne autour de P, les points J_a, J_b, J_c décrivent des coniques circonscrites à ABC ; c'est là le cas particulier, dont nous venons de parler, du théorème de *Mac Laurin* et de *Braikenridge*.

Cela posé, soit J le point où se coupent les trois droites AJ_a, BJ_b, CJ_c. Désignons par x, y, z les coordonnées d'un second point de la droite A′B′C′ ; les coordonnées de J seront :

$$\frac{1}{\beta z - \gamma y}, \quad \frac{1}{\gamma x - \alpha z}, \quad \frac{1}{\alpha y - \beta x}$$

Les points J_a, J_b, J_c seront les associés de J, respectivement en A, en B, en C. Supposons P fixe et faisons varier le point (x, y, z) de façon à ce que le triangle A′B′C′ varie ; le lieu du point J est la conique :

$$\frac{\alpha}{\xi} + \frac{\beta}{\eta} + \frac{\gamma}{\zeta} = 0 \cdot$$

Le lieu du point J_a est la conique associée en A :

$$-\frac{\alpha}{\xi}+\frac{\beta}{\eta}+\frac{\gamma}{\zeta}=0;$$

Le lieu du point J_b est la conique associée en B :

$$\frac{\alpha}{\xi}-\frac{\beta}{\eta}+\frac{\gamma}{\zeta}=0;$$

Le lieu du point J_c est la conique associée en C :

$$\frac{\alpha}{\xi}+\frac{\beta}{\eta}-\frac{\gamma}{\zeta}=0.$$

Le lieu de J_a touche PB en B et PC en C ;
— J_b — PC en C et PA en A;
— J_c — PA en A et PB en B.

Nous avons montré précédemment (voir *Congrès de Lille*, 1874, p. 1165) que si P est le pôle de AB, par rapport au cercle circonscrit, c'est-à-dire l'associé en A du point de Lemoine, J_c décrit le cercle circonscrit; que si P est sur la droite qui joint le pied de la hauteur tombant sur CB au pied de la hauteur tombant sur CA, J_c décrit une hyperbole équilatère. (*Mathesis*, 1884, p. 203, ligne 6 en remontant.) On a facilement alors le théorème suivant :

Si l'on considère un point O *quelconque avec ses associés* O_a, O_b, O_c, *et que l'on prenne pour point* P, successivement *les points* O, O_a, O_b, O_c, *les quatre coniques lieux de* J, *de* J_a, *de* J_b, *de* J_c *dans chacun des quatre cas, seront les mêmes à l'ordre près.*

Ainsi le lieu de J_a (P étant en O_a), le lieu de J_b (P étant en O_b), le lieu de J_c (P étant en O_c), coïncideront avec la conique circonscrite à ABC et inscrite dans le triangle qui a pour côtés les conjuguées harmoniques de OA, OB, OC respectivement par rapport à CA et à AB; à AB et à BC; à BC et à CA.

En particulier :

1° *Si* O *est le point de Lemoine* (a, b, c), *ce lieu commun sera le cercle circonscrit.*

2° *Si* O *est le point :*

$$\frac{b^2-c^2}{a},\qquad \frac{c^2-a^2}{b},\qquad \frac{a^2-b^2}{c},$$

réciproque du point de Steiner, *et par conséquent situé à l'infini sur la droite :*

$$a^3\alpha+b^3\beta+c^3\gamma=0.$$

ce lieu commun sera l'hyperbole de Kiepert.

Remarquons que si O décrit la droite $a^3\alpha+b^3\beta+c^3\gamma=0$, le point

réciproque de O décrit le cercle circonscrit; cette droite est perpendiculaire à la droite qui joint le centre de gravité au centre du cercle circonscrit.

3° *Si* O *est le centre de gravité, ce lieu commun est l'ellipse minima circonscrite à* ABC.

4° *Si* O *est le centre du cercle circonscrit, ce lieu commun est la conique circonscrite :*

$$\frac{\cos A}{\alpha} + \frac{\cos B}{\beta} + \frac{\cos C}{\gamma} = 0,$$

qui a pour centre le point de Lemoine.

5° *Si* O *est le point de concours des hauteurs, ce lieu commun sera la conique :*

$$\frac{1}{\alpha \cos A} + \frac{1}{\beta \cos B} + \frac{1}{\gamma \cos C} = 0,$$

dont le centre a pour coordonnées :

$$\operatorname{tg} A (\cos A - \cos B \cos C), \text{ etc.}$$

6° *Si* O *est le centre du cercle inscrit, ce lieu commun est la conique :*

$$\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} + \frac{1}{\gamma} = 0,$$

qui a pour centre le point $p - a$, $p - b$, $p - c$ *anti-supplémentaire du point de Lemoine*. (Voir *Congrès de Rouen,* 1883, p. 123.)

Ce point est le point de Lemoine du triangle formé par les centres des cercles exinscrits; on en conclut facilement que : *le point de Lemoine de* ABC *est tel que ses distances aux côtés du triangle orthocentrique* (*triangle dont les sommets sont les pieds de hauteurs*) *sont proportionnelles à* tg A, tg B, tg C*.

Pour revenir au cas général, on verra facilement que : *si* P *est à l'intérieur de l'hyperbole qui a* CA *et* CB *pour asymptotes, et qui touche* AB *en son milieu, le lieu de* J_c *est une ellipse; si* P *est sur cette hyperbole, le lieu de* J_c *sera une parabole; si* P *est à l'extérieur, ce sera une hyperbole.*

III. — Sur les coniques concentriques, qui sont l'une inscrite au triangle de référence, l'autre circonscrite.

On voit facilement que si :

$$\sqrt{\alpha P} + \sqrt{\beta Q} + \sqrt{\gamma R} = 0$$

* Résultat équivalent au suivant : le point de Lemoine de ABC a pour coordonnées barycentriques par rapport au triangle orthocentrique : a^2, b^2, c^2, les mêmes que par rapport à ABC.
J. Neuberg.

est l'équation d'une conique inscrite dans le triangle de référence, son centre a pour coordonnées :

$$b\mathrm{R} + c\mathrm{Q}, \qquad c\mathrm{P} + a\mathrm{R}, \qquad a\mathrm{Q} + b\mathrm{P}.$$

Si

$$\frac{\mathrm{P}'}{\alpha} + \frac{\mathrm{Q}'}{\beta} + \frac{\mathrm{R}'}{\gamma} = 0$$

est celle d'une conique circonscrite, son centre a pour coordonnées :

$$\mathrm{P}'(b\mathrm{Q}' + c\mathrm{R}' - a\mathrm{P}'), \quad \mathrm{Q}'(a\mathrm{P}' + c\mathrm{R}' - b\mathrm{Q}'), \quad \mathrm{R}'(a\mathrm{P}' + b\mathrm{Q}' - c\mathrm{R}').$$

Donc, si l'on a :

$$\frac{b\mathrm{R} + c\mathrm{Q}}{\mathrm{P}'(b\mathrm{Q}' + c\mathrm{R}' - a\mathrm{P}')} = \frac{c\mathrm{P} + a\mathrm{R}}{\mathrm{Q}'(a\mathrm{P}' + c\mathrm{R}' - b\mathrm{Q}')} = \frac{a\mathrm{Q} + b\mathrm{P}}{\mathrm{R}'(a\mathrm{P}' + b\mathrm{Q}' - c\mathrm{R}')},$$

les deux courbes sont concentriques.

Étudions quelques-unes de ces coniques :

1° Celle pour laquelle $\mathrm{P} = \mathrm{P}'$, $\mathrm{Q} = \mathrm{Q}'$, $\mathrm{R} = \mathrm{R}'$; on voit que la question revient à trouver deux coniques concentriques, l'une inscrite, l'autre circonscrite à ABC, et dont les points de Gergonne, par rapport à ABC, soient des points inverses.

On trouve :

$$\mathrm{P} = \mathrm{P}' = \cos \mathrm{A}; \qquad \mathrm{Q} = \mathrm{Q}' = \cos \mathrm{B}; \qquad \mathrm{R} = \mathrm{R}' = \cos \mathrm{C}.$$

Le centre est le point de *Lemoine* de ABC.

La conique inscrite cherchée a pour équation :

$$\sum \sqrt{\alpha \cos \mathrm{A}} = 0;$$

elle touche les côtés de ABC aux pieds des hauteurs.

La conique circonscrite cherchée a pour équation :

$$\sum \frac{\cos \mathrm{A}}{\alpha} = 0; \qquad \text{(page 92, ligne 7).}$$

son point de *Gergonne,* par rapport à ABC, est le centre du cercle ABC.

Cette conique est une ellipse si ABC est acutangle ; une hyperbole, dans le cas contraire, elle devient deux droites, si ABC est rectangle.

2° La conique :

$$\sum \sqrt{\alpha} = 0$$

qui touche les côtés aux pieds des bissectrices intérieures, et la conique :

$$\sum \frac{b + c}{a\alpha} = 0$$

ont pour centre le point $b + c$, $c + a$, $a + b$ supplémentaire du point de Lemoine.

La conique :

$$\sum \frac{b + c}{a\alpha} = 0$$

et la conique :

$$\sum \frac{1}{\alpha} = 0$$

que nous avons rencontrées au Congrès de Rouen (voir *Association française*. Rouen, 1883; p. 123), se coupent au point :

$$\frac{1}{a(b-c)}, \quad \frac{1}{b(c-a)}, \quad \frac{1}{c(a-b)}$$

qui a son inverse sur la polaire trilinéaire du centre du cercle circonscrit et son réciproque à l'infini sur :

$$\sum a^2\alpha = 0.$$

3° Si l'on cherche les coniques concentriques pour lesquelles on a :

$$P = \frac{1}{P'}, \quad Q = \frac{1}{Q'}, \quad R = \frac{1}{R'}$$

on trouve :

$$\sum \frac{1}{a\alpha} = 0 \quad \text{et} \quad \sum \sqrt{a\alpha} = 0,$$

qui ont pour centre le centre de gravité.

4° La conique :

$$\sum \sqrt{a\alpha(br_b + cr_c - ar_a)} = 0$$

et la conique :

$$\sum \frac{r_a(2R - r_a)}{\alpha} = 0.$$

ont pour centre le point :

$$\frac{1}{p-a}, \quad \frac{1}{p-b}, \quad \frac{1}{p-c} \quad \text{ou} \quad r_a, \; r_b, \; r_c;$$

ce point est le centre d'homothétie de ABC et du triangle obtenu en menant par les centres O_a, O_b, O_c des cercles exinscrits, des parallèles à BC, CA, AB.

5° La conique :

$$\sum \frac{1}{\alpha} = 0$$

et la conique :

$$\sum \sqrt{\frac{a\alpha}{p-a}} = 0$$

ont pour centre le point $(p-a)$, $(p-b)$, $(p-c)$.

Cette dernière touche les côtés aux points de contact intérieurs des cercles exinscrits, c'est-à-dire aux points que nous avons souvent appelés A'_a, B'_b, C'_c (voir *Congrès de la Rochelle*, 1882, p. 109); elle a donc le point de *Nagel* pour point de *Gergonne*, par rapport à ABC.

6° La conique :

$$\sum \frac{p-a}{\alpha} = 0$$

et le cercle inscrit :

$$\sum \sqrt{a(p-a)\alpha} = 0$$

sont concentriques.

La conique :

$$\frac{p-b}{\alpha} + \frac{p-a}{\beta} + \frac{p}{\gamma} = 0$$

et le cercle exinscrit :

$$\sqrt{a(p-b)\alpha} + \sqrt{b(p-a)\beta} + \sqrt{-cp\gamma} = 0$$

sont concentriques.

IV. — SUR L'HEXAGONE FORMÉ PAR LES EXTRÉMITÉS DE TROIS DROITES PASSANT PAR UN POINT FIXE O DU PLAN D'UN TRIANGLE ABC, ET TELLES QUE O SOIT LE MILIEU DU SEGMENT QUE AB, AC INTERCEPTENT SUR LA PREMIÈRE, QUE BC, BA INTERCEPTENT SUR LA SECONDE, ET QUE CB, CA INTERCEPTENT SUR LA TROISIÈME.

Soient 1_1, 1_2, 1_3 les points où la première coupe BC, CA, AB;
— 2_1, 2_2, 2_3 — deuxième — —
— 3_1, 3_2, 3_3 — troisième — —

Si α, β, γ sont les coordonnées de O, et que l'on pose, pour abréger l'écriture :

$$a\alpha + b\beta + c\gamma = 2S$$

La 1re, la 2e et la 3e droite ont respectivement pour équations :

$$a\beta\gamma\xi - \gamma(S - b\beta)\eta - \beta(S - c\gamma)\zeta = 0$$
$$-\gamma(S - a\alpha)\xi + b\gamma\alpha\eta - \alpha(S - c\gamma)\zeta = 0$$
$$-\beta(S - a\alpha)\xi - \alpha(S - b\beta)\eta + c\alpha\beta\zeta = 0$$

Il est évident que $3_2 2_1$, $1_3 3_1$, $2_1 1_2$ sont respectivement parallèles à BC, AC, AB; il suit de là que l'*hexagone* $1_2 3_2 2_3 1_3 3_1 2_1$ *est circonscrit à la conique inscrite dans* ABC, *et qui a pour centre le point* O.

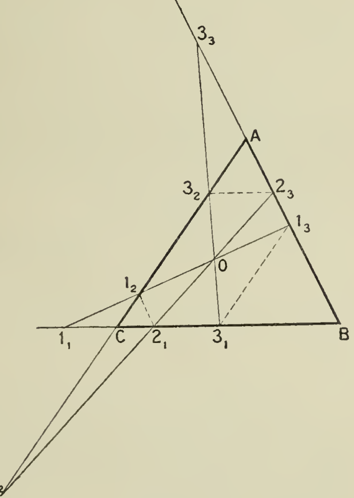


Fig. 3.

$1_2 1_3$, $2_3 2_1$, $3_2 3_1$ sont respectivement parallèles aux trois polaires angulaires de O; soient, d'après cela, O_a, O_b, O_c les associés de O, il existe une conique Σ inscrite à $O_a O_b O_c$ et circonscrite à ABC; soit Σ' la conique de centre O passant par 1_2, 2_3, 3_1, 1_3, 3_2, 2_1 *Steiner* (*Gesammelte Werke,* t. II, p. 43; et *J. de Crelle,* t. XLV, p. 177) fait remarquer que Σ et Σ' sont homothétiques.

Les trois points 1_1, 2_2, 3_3 sont en ligne droite ; soit D cette droite, elle a pour équation :

$$\sum \xi \frac{b\beta + c\gamma - a\alpha}{\alpha} = 0. \tag{1}$$

M. *J. Neuberg* a observé qu'elle est parallèle à la polaire trilinéaire de O, et qu'elle divise la distance de O à cette polaire dans le rapport de 1 : — 2.

Si nous identifions l'équation de D avec une droite quelconque :

$$A\xi + B\eta + C\zeta = 0$$

afin de trouver les points O qui correspondent à une droite D donnée.

On a :

$$\frac{b\beta + c\gamma - a\alpha}{A\alpha} = \frac{c\gamma + a\alpha - b\beta}{B\beta} = \frac{a\alpha + b\beta - c\gamma}{C\gamma}$$

Si ρ est la valeur commune de ses rapports, ρ est donné par :

$$\begin{vmatrix} -(a + A\rho), & b, & c \\ a, & -(b + B\rho), & c \\ a, & b, & -(c + C\rho) \end{vmatrix} = 0$$

ou

$$ABC\rho^3 + \rho^2 (aBC + bAC + cAB) - 4abc = 0. \tag{2}$$

On a donc, pour chaque droite :

$$A\xi + B\eta + C\zeta = 0$$

trois points O, dont un est toujours réel.

La discussion de l'équation (2) donne toutes les particularités relatives aux diverses droites considérées.

Si la droite (1) passe par un point fixe α_1, β_1, γ_1, le point O décrira la courbe du 3e ordre :

$$\Sigma\, \alpha_1 \beta\gamma (b\beta + c\gamma - a\alpha) = 0.$$

L'équation de la conique, qui passe par les six points $2_1, 3_1, 1_3, 2_3, 3_2, 1_2$, est :

$$\sum a\beta\gamma (S - a\alpha)\xi^2 - \sum \alpha \left[(S - c\gamma)(S - b\beta) + bc\beta\gamma\right] \eta\zeta = 0$$

Suivant que O est à l'intérieur, sur la courbe ou à l'extérieur de l'ellipse maximum inscrite dans le triangle, cette conique est une ellipse, une parabole *sous la forme de deux droites parallèles* *, ou une hyperbole.

* La recherche de l'enveloppe de ces droites est une jolie question ; on obtient deux quartiques qui ont pour équations :

$$b^2c^2\beta^2\gamma^2 + a^2c^2\alpha^2\gamma^2 + a^2b^2\alpha^2\beta^2 + 4(a^3b\alpha^3\beta + b^3c\beta^3\gamma + c^3a\gamma^3\alpha) + 22abc\alpha\beta\gamma(a\alpha + b\beta + c\gamma) = 0,$$

$$b^2c^2\beta^2\gamma^2 + a^2c^2\alpha^2\gamma^2 + a^2b^2\alpha^2\beta^2 + 4(a^3c\alpha^3\gamma + b^3a\beta^3\alpha + c^3b\gamma^3\beta) + 22abc\alpha\beta\gamma(a\alpha + b\beta + c\gamma) = 0.$$

En coordonnées tangentielles, on a plus simplement pour équations de ces deux courbes :

$$\frac{\lambda}{\mu} + \frac{\mu}{\gamma} + \frac{\gamma}{\lambda} = 3; \qquad \frac{\mu}{\lambda} + \frac{\gamma}{\mu} + \frac{\lambda}{\gamma} = 3.$$

J. Neuberg.

Steiner (*loco citato*) a montré que cette courbe est une hyperbole équilatère si O appartient à la polaire trilinéaire de l'orthocentre de ABC ; il a aussi remarqué que, comme nous venons de le dire, elle se réduit à deux droites parallèles si O est sur l'ellipse maximum inscrite dans ABC ; enfin, que c'est un cercle pour un *certain* point. Nous savons (*Association française; Congrès de Lyon,* 1873, p. 92) que ce point est le point de *Lemoine.*

Steiner est donc à ajouter à la liste déjà fort longue (voir *Congrès de Grenoble,* 1885, p. 45) des géomètres qui avaient rencontré, par hasard, ce point, sans remarquer son importance dans la géométrie du triangle.

Les triangles égaux $1_2 3_1 2_3$, $1_3 2_1 3_2$ ont pour surface :

$$\frac{\text{surf. ABC} \times (-\Sigma a^2\alpha^2 + 2\Sigma bc\beta\gamma)}{(a\alpha + b\beta + c\gamma)^2}.$$

Si la surface du triangle $1_2 2_3 3_1$ (ou celle de $1_3 2_1 3_2$, ce qui est la même chose) *est constante et égale à* mS, *le lieu de* O *est :*

$$(a\alpha + b\beta + c\gamma)^2 (m - 1) + 2(a^2\alpha^2 + b^2\beta^2 + c^2\gamma^2) = 0$$

ellipse qui a pour centre le centre de gravité ; pour ce point, les surfaces $1_2 2_3 3_1$, $1_3 2_1 3_2$ passent par un maximum : $\frac{\text{ABC}}{3}$.

Si O appartient à la symédiane partant de A, le quadrilatère $1_2 1_3 2_1 3_1$ est inscriptible.

V. — Quelques théorèmes relatifs aux parallèles aux trois côtés d'un triangle ABC, menées par un point O de son plan.

Par un point O (α, β, γ) du plan d'un triangle, on mène des parallèles aux trois côtés :

La parallèle à CB coupe AC en A_c, BA en A_b ;
— BA — CB en C_b, AC en C_a ;
— AC — BA en B_a, CB en B_c.

Soient C_c l'intersection de A_cC_b avec B_cC_a, C'_c l'intersection de A_bC_a avec B_aC_b ; soient B_b l'intersection de B_aC_b avec B_cA_b, B'_b l'intersection de B_cC_a avec B_aA_c ; soient A_a l'intersection de B_aA_c avec C_aA_b, A'_a l'intersection de B_cA_b avec C_bA_c ;

Soient A''_a, B''_b, C''_c les intersections de C_aB_a, A_bC_b, B_cA_c avec BC, CA, AB ; soient $\mathcal{C}$, $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$ les intersections de C_aB_a, A_bC_b, B_cA_c avec C_bA_b, A_cB_c, B_aC_a.

L'équation de B_aC_a est :

$$-\xi\beta\gamma a + \eta\gamma(a\alpha + c\gamma) + \zeta\beta(a\alpha + b\beta) = 0.$$

Les coordonnées de $\mathcal{C}$ sont :

$$\alpha(a\alpha + b\beta), \qquad \beta(a\alpha + b\beta), \qquad -c\gamma^2.$$

Donc O est le centre d'homologie des deux triangles ABC, $\mathcal{A}\mathcal{B}\mathcal{C}$.

Les coordonnées de C″ sont :

$$-\alpha(a\alpha + c\gamma), \qquad \beta(b\beta + c\gamma), \qquad 0.$$

Les trois points A″B″C″ sont sur une même droite, puisque nous savons que l'hexagone $B_cA_cC_aB_aA_bC_b$ est inscriptible à une conique. Cette droite a pour équation :

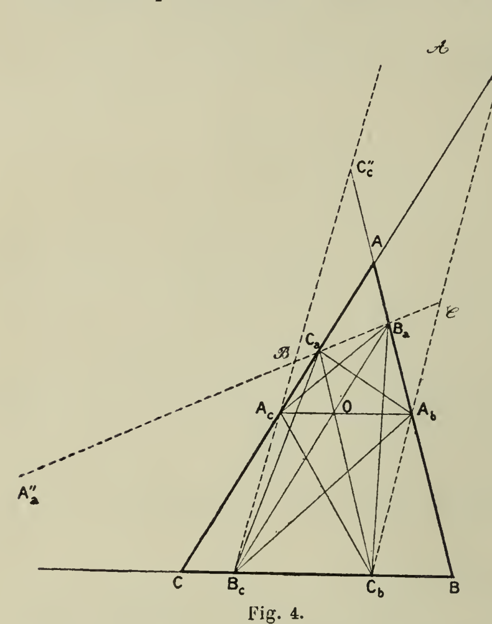


Fig. 4.

$$\sum \xi \frac{b\beta + c\gamma}{\alpha} = 0.$$

Les deux triangles $C_aA_bB_c$, $C_bA_cB_a$, dont le centre d'homologie est O, ont pour axe d'homologie précisément cette droite :

$$\sum \xi \frac{b\beta + c\gamma}{\alpha} = 0$$

qui est parallèle à la polaire trilinéaire de O, c'est-à-dire à la droite que nous avons nommée précédemment $1_1 2_2 3_3$ (voir page 96, ligne 1).

On peut remarquer, du reste, que $1_2 1_3 = 2_1 C_a B_a$ et lui est parallèle.

Le rapport des distances du point O à la droite :

$$\sum \xi \frac{b\beta + c\gamma}{\alpha} = 0$$

et à la polaire trilinéaire est : $\frac{2}{3}$.

On démontrerait facilement que l'*hexagone* $A_aC'_cB_bA'_aC_cB'_b$ *est un polygone de Poncelet, c'est-à-dire qu'il est inscriptible à une conique et circonscriptible à une autre; les droites* $A_aA'_a$, $B_bB'_b$, $C_cC'_c$ *passent en* O.

Si le point O *appartient à l'ellipse remarquable* $c^2\gamma^2 - ab\alpha\beta = 0$ (voir *N. Annales,* 1885, p. 204) *les deux droites* A_cB_a, B_cA_b *sont parallèles.*

Cette ellipse, tangente à CB en B, à CA en A, passe par le centre de gravité.

1° *Si l'on a :* $c^2 = ab$, *c'est-à-dire si le triangle* ABC *est* moyen en C*, *cette ellipse passe aussi par le point de* Lemoine, *par le centre du cercle inscrit, par celui du cercle exinscrit* O_c, *par le point* $\frac{1}{a^2}, \frac{1}{b^2}, \frac{1}{c^2}$ *et, en général, par le point* a^m, b^m, c^m, *quel que soit* m.

2° *Si la droite de* Brocard *est perpendiculaire à* AB, *cette ellipse passe par le point de concours des hauteurs ;* on a alors (voir *Mathesis*, 1884, p. 204) $a^4 + b^4 = c^2 (a^2 + b^2)$.

3° *Elle passe par le point direct de* Brocard *et par le point de* Jérabek b, c, a (voir *Mathesis*, 1881, p. 192) *si* ABC *est moyen en* b ; *par le point rétrograde de* Brocard, *ainsi que par l'autre point* c, a, b *de* Jérabek, *si* ABC *est moyen en* A.

4° *Si le triangle* A'B'C', *formé par les pieds des hauteurs de* ABC, *est moyen en* C', *cette ellipse passe par le centre du cercle circonscrit.*

5° *Elle coupe l'hyperbole de* Kiepert *en* A, *en* B, *au centre de gravité et au point* C_1 :

$$\frac{1}{a(c^2 - a^2)^2}, \qquad \frac{1}{b(b^2 - c^2)^2}, \qquad \frac{1}{c(b^2 - c^2)(c^2 - a^2)}.$$

En considérant les ellipses :

$$\alpha^2 a^2 - bc\beta\gamma = 0, \qquad \beta^2 b^2 = ac\alpha\gamma = 0,$$

on a de même A_1 et B_1.

6° *Les trois droites* AA_1, BB_1, CC_1 *se coupent en :*

$$\frac{(b^2 - c^2)^2}{a}, \qquad \frac{(c^2 - a^2)^2}{b}, \qquad \frac{(a^2 - b^2)^2}{c},$$

centre de l'hyperbole de Kiepert ; de sorte que AA_1, BB_1, CC_1 sont des diamètres de cette conique.

7° Nous avons montré que si dans un triangle ABC (voir *Congrès de la Rochelle*, 1882, p. 123) on cherche le lieu du point a^m, b^m, c^m quand m varie, on trouve :

$$\frac{\left[ay\right]^{\log \frac{a}{b}}}{\left[bx\right]^{\log \frac{a}{c}}} = \left[ab - ay - bx\right]^{\log \frac{b}{a}}$$

ou

$$\left(a\alpha\right)^{\log \frac{b}{c}} \times \left(b\beta\right)^{\log \frac{c}{a}} \times \left(c\gamma\right)^{\log \frac{a}{b}} = 1.$$

* Ainsi que nous l'avons fait remarquer plusieurs fois (par exemple *Mathesis*, 1885, p. 107), le triangle dans lequel un côté est moyen proportionnel entre les deux autres jouit de nombreuses propriétés qui, dans la nouvelle géométrie du triangle, le signalent à chaque instant ; aussi, de même que, pour la commodité du langage, on a donné de tout temps un nom spécial au triangle dans lequel deux côtés sont égaux, et à celui dans lequel le carré d'un côté égale la somme des carrés des deux autres, nous proposons de dire que le triangle ABC est *moyen en* a, si l'on a : $a^2 = bc$; moyen en b, si l'on a : $b^2 = ac$, etc.

Nous avons montré (voir 1°, p. 99, ligne 1) que cette courbe doit devenir une conique lorsque le triangle est moyen en a, en b ou en c.

En partant de cette équation transcendante, le résultat est assez inattendu, mais il se démontre facilement. En effet, $a^2 = bc$ donne :

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{a} \quad \text{et} \quad \left(\frac{a}{b}\right)^2 = \frac{b}{c}.$$

L'équation précédente devient alors :

$$(a\alpha)^{2 \log \frac{a}{c}} \times (b\beta \times c\gamma)^{\log \frac{c}{a}} = 1$$

ou, en élevant à la puissance $\dfrac{1}{\log \frac{c}{a}}$, il vient :

$$a^2\alpha^2 = bc\beta\gamma; \quad \text{ou} \quad \alpha^2 = \beta\gamma; \quad \text{puisque} \quad a^2 = bc$$

ce qu'il fallait établir.

8° *Si l'on a :* $2c^2 = a^2 + b^2$; c'est-à-dire (voir *Mathesis,* 1885, p. 104) si la droite de *Brocard* est parallèle à la symédiane partant de C (on sait qu'alors le cercle de *Brocard* touche cette symédiane au point de *Lemoine*), l'*ellipse* $c^2\gamma^2 - ab\alpha\beta = 0$ *touche l'hyperbole de* Kiepert *au centre de gravité.*

Nous avons montré (*Mathesis,* 1886, p. 58) que dans un triangle le lieu du point C_2, tel que angle C_2AC = angle C_2BC, est l'hyperbole équilatère Γ_c qui a pour équation :

$$\frac{ca}{\alpha} - \frac{cb}{\beta} + \frac{a^2 - b^2}{\gamma} = 0.$$

Voici quelques propriétés de cette courbe non signalées *loco citato :*

Γ_c *passe par l'associé en* C : $\frac{1}{a}, \frac{1}{b}, -\frac{1}{c}$ *du centre de gravité.*

Γ_c *touche en* C *la symédiane de* AB.

Les tangentes en A *et en* B *à* Γ_c *sont parallèles à la direction symétrique de* AB *par rapport à la bissectrice de l'angle* BCA.

Théorème. — *Si* O *est un point quelconque de* Γ_c, *et que j'appelle :* A′, B′, C′ *les points où* OA, OB, OC *coupent* BC, AC, AB; B_c *et* A_c *les points où les parallèles à* OC *menées par* B′ *et* A′ *coupent* AB ; C_b *le point où la parallèle à* AA′ *menée par* C′ *coupe* BC ; C_a *le point où la parallèle à* BB′ *menée par* C′ *coupe* AC,

1° *Les quatre points* C_a, C_b, A_c, B_c *sont concycliques ;*

2° C_aC_b *est antiparallèle à* AB ;

3° C_aB_c *et* C_bA_c *sont respectivement parallèles à* CB *et à* CA ;

4° *Si* O *est l'orthocentre de* ABC, *les trois circonférences* $A_bA_cB_aC_a$, $B_aB_cA_bC_b$, $C_aC_bA_cB_c$ *se confondent.*

M. Édouard LUCAS

Professeur de mathématiques spéciales au lycée Saint-Louis, à Paris.

SUR L'EMPLOI DES CRITERIUMS CUBIQUES, BIQUADRATIQUES ET OCTIQUES SUIVANT UN MODULE PREMIER

— Séance du 14 août 1886. —

Nous rappellerons d'abord les propositions fondamentales suivantes, énoncées et démontrées par Euler, Gauss et Jacobi, en suivant la voie ouverte par Fermat.

I. — Le nombre 2 n'est pas résidu quadratique pour les modules premiers de l'une des formes $8n+3$, $8n+5$.

II. — Le nombre 2 est résidu quadratique pour tous les modules premiers de l'une des formes $8n+1$, $8n+7$.

III. — Le nombre 2 est ou n'est pas résidu biquadratique pour tous les modules premiers de la forme $8n+1$, selon que, dans la décomposition unique $8n+1=A^2+16B^2$, le nombre B est pair ou impair.

IV. — Le nombre 2 est ou n'est pas résidu octique pour tous les modules premiers de la forme $8n+1=A^2+64B^2$, selon que le nombre $\frac{A^2-1}{8}+B^2$ est pair ou impair.

V. — Le nombre 2 est ou n'est pas résidu cubique pour tous les modules premiers de la forme $6n+1$, selon que, dans la décomposition unique $6n+1=L^2+3M^2$, le nombre M est ou n'est pas multiple de 3.

Cela posé, on a les théorèmes suivants :

Théorème 1. — Si les nombres n et $2n+1$ sont premiers, et $n\equiv 3$, (mod. 4), on a la congruence :

$$2^n-1\equiv 0, \quad (\text{mod. } 2n+1).$$

Théorème 2. — Si les nombres n et $2n+1$ sont premiers, et $n\equiv 1$, (mod. 4), on a la congruence :

$$2^n+1\equiv 0, \quad (\text{mod. } 2n+1).$$

Théorème 3. — Si les nombres n et $4n+1$ sont premiers, on a la congruence :

$$2^{2n}+1\equiv 0, \quad (\text{mod. } 4n+1).$$

Théorème 4. — Si les nombres n et $8n+1$ sont premiers, et si

dans la décomposition unique $8n + 1 = A^2 + 16B^2$, le nombre B est impair, on a la congruence :

$$2^{2n} + 1 \equiv 0, \quad (\text{mod. } 8n + 1).$$

THÉORÈME 5. — Si les nombres n et $8n + 1$ sont premiers, et si dans la décomposition unique $8n + 1 = A^2 + 16B^2$, le nombre B est pair, on a la congruence :

$$2^n \pm 1 \equiv 0, \quad (\text{mod. } 8n + 1).$$

THÉORÈME 6. — Si les nombres n et $6n + 1$ sont premiers, et si dans la décomposition unique $6n + 1 = 4L^2 + 3M^2$, le nombre L est impair, et M est multiple de 3, on a la congruence :

$$2^n - 1 \equiv 0, \quad (\text{mod. } 6n + 1).$$

On observera que l'on a nécessairement $n \equiv 1$, (mod. 4). Ce théorème a été énoncé par M. Pellet.

THÉORÈME 7. — Si les nombres n et $6n + 1$ sont premiers, et si dans la décomposition unique $6n + 1 = 4L^2 + 3M^2$, les nombres L et M sont respectivement multiples de 2 et de 3, on a la congruence :

$$2^n + 1 \equiv 0, \quad (\text{mod. } 6n + 1).$$

On observera que l'on a nécessairement $n \equiv 3$, (mod. 4).

THÉORÈME 8. — Si les nombres n et $6n + 1$ sont premiers, et si dans la décomposition unique $6n + 1 = 4L^2 + 3M^2$, le nombre L est impair et M non divisible par 3, on a la congruence :

$$2^{3n} - 1 \equiv 0, \quad (\text{mod. } 6n + 1).$$

On observera que l'on a nécessairement $n \equiv 1$, (mod. 4).

THÉORÈME 9. — Si les nombres n et $6n + 1$ sont premiers, et si dans la décomposition unique $6n + 1 = 4L^2 + 3M^2$, le nombre L est pair, et M non divisible par 3, on a la congruence :

$$2^{3n} + 1 \equiv 0, \quad (\text{mod. } 6n + 1).$$

On observera que l'on a nécessairement $n \equiv 3$, (mod. 4).

THÉORÈME 10. — Si les nombres n et $12n + 1$ sont premiers, et si dans la décomposition unique $12n + 1 = L^2 + 12M^2$, le nombre M est divisible par 3, on a la congruence :

$$2^{2n} + 1 \equiv 0, \quad (\text{mod. } 12n + 1).$$

THÉORÈME 11. — Si les nombres n et $12n + 1$ sont premiers, et si dans la décomposition unique $12n + 1 = L^2 + 12M^2$, le nombre M n'est pas multiple de 3, on a la congruence :

$$2^{6n} + 1 \equiv 0, \quad (\text{mod. } 12n + 1).$$

THÉORÈME 12. — Si les nombres n et $24n + 1$ sont premiers, et si dans les deux décompositions uniques :

$$24n + 1 = L^2 + 48M^2 = A^2 + 16B^2,$$

les nombres B et M sont respectivement des multiples de 2 et de 3, on a la congruence :

$$2^n \mp 1 \equiv 0, \quad (\text{mod.}\ 24n + 1).$$

On prend le signe — ou le signe + suivant que 2 est ou n'est pas résidu octique pour le module $24n + 1$.

THÉORÈME 13. — Si les nombres n et $24n + 1$ sont premiers, et si dans les deux décompositions précédentes, le nombre B est impair et M divisible par 3, on a la congruence :

$$2^{2n} + 1 \equiv 0, \quad (\text{mod.}\ 24n + 1).$$

THÉORÈME 14. — Si les nombres n et $24n + 1$ sont premiers, et si dans les deux décompositions précédentes, le nombre B est pair et M non multiple de 3, on a la congruence :

$$2^{3n} \mp 1 \equiv 0, \quad (\text{mod.}\ 24n + 1).$$

On prend le signe — ou le signe + suivant que 2 est ou n'est pas résidu octique pour le module $24n + 1$.

THÉORÈME 15. — Si les nombres n et $24n + 1$ sont premiers, et si dans les deux décompositions, le nombre B est impair et M non divisible par 3, on a la congruence :

$$2^{6n} + 1 \equiv 0, \quad (\text{mod.}\ 24n + 1).$$

M. Charles BERDELLÉ

Ancien élève de l'École forestière et ancien garde général des forêts, à Rioz.

L'ARITHMÉTIQUE DES DIRECTIONS ET DES ROTATIONS

— Séance du 14 août 1886. —

A la mémoire d'Argand, de Français, de Gergonne, de Mourey et de Faure.

I. — EXPRESSION NUMÉRIQUE DES DIRECTIONS DANS L'ESPACE.

Dans un cercle ayant pour rayon l'unité, prenons un des rayons comme unité positive réelle, et (à la façon de Bellavitis, diamétralement opposée à ce point de vue à celle de Hamilton) comme point de

comparaison auquel toutes les autres directions doivent être rapportées, aussi bien dans l'espace que dans le plan.

Dans ce cercle traçons en pensée toutes les solutions de l'équation $x^{360} - 1 = 0$, c'est-à-dire tous les rayons régulièrement espacés d'un degré $\sqrt[360]{1^0}$, $\sqrt[360]{1^1}$, $\sqrt[360]{1^2}$...... $\sqrt[360]{1^n}$.

Pour transformer toutes ces unités dirigées en leurs conjuguées respectives, il suffit : algébriquement, de multiplier ou de diviser tous leurs exposants par $\sqrt[2]{1^1} = -1$; matériellement, de faire subir au cercle, dans un sens ou dans l'autre, une demi-rotation autour de l'axe des quantités réelles (genre de rotation que nous appellerons rotation équatoriale).

Or, si pour un système de rayons diversement dirigés dans un méridien (plan passant par l'axe des quantités réelles) une demi-rotation équatoriale de ce méridien peut être exprimée, selon le sens où il s'opère, en multipliant ou divisant les exposants de tous les rayons par

$$\sqrt[2]{1^1} = 1^{\frac{1}{2}},$$

il est naturel d'admettre que $\frac{m}{n}$ de rotation équatoriale du même méridien, dans un sens ou dans l'autre, seront exprimés en multipliant ou, respectivement, en divisant les exposants de tous les rayons par

$$1^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{1^m}.$$

D'où il est facile de conclure que si, dans un méridien faisant avec le méridien origine un angle dièdre positif de $\frac{c}{d}$ de circonférence, on prend une unité faisant avec l'unité positive un angle positif de $\frac{a}{b}$ de circonférence, cette unité devra être représentée ainsi :

$$1^{\frac{a}{b} 1^{\frac{c}{d}}} = \sqrt[b]{1}^{\,a\sqrt[d]{1^c}}$$

D'où il est facile de conclure encore que la perpendiculaire aux rayons 1 et i sera :

$$1^{\frac{1}{4} 1^{\frac{1}{4}}} = \sqrt{-1}^{\sqrt{-1}} = i^i$$

De manière que

$$\sqrt[b]{1}^{\,a\sqrt[d]{1^c}} = \cos\frac{a}{b} + i\sin\frac{a}{b}\cos\frac{c}{d} + i^i\sin\frac{a}{b}\sin\frac{c}{d},$$

$\frac{a}{b}$ et $\frac{c}{d}$ désignant les angles en fractions de circonférence.

Définitions et conventions. — Dans la sphère les angles positifs et négatifs réels se compteront à partir de l'extrémité de l'unité positive dans le méridien origine, les angles positifs en montant, les négatifs en descendant. Les angles imaginaires se compteront sur le méridien perpendiculaire au méridien origine, les positifs imaginaires à la gauche, les négatifs à la droite du spectateur regardant au pôle positif du dehors vers le centre de la sphère. Les angles des autres méridiens seront complexes. Tous les angles de même amplitude auront même cosinus, toujours réel. Les sinus numériques seront réels, imaginaires ou complexes, selon que les angles le seront.

Ainsi, le sinus numérique de $\sqrt[b]{1}^{\,a\sqrt[d]{1}^{c}}$ sera

$$\sin\frac{a}{b}\left(\cos\frac{c}{d}+i\sin\frac{c}{d}\right)$$

Et ce même sinus dirigé sera

$$\sin\frac{a}{b}\left(i\cos\frac{c}{d}+i'\sin\frac{c}{d}\right)$$

RÈGLE I.

Pour faire subir à une unité dirigée $1^{a1^{\alpha}}$, dans le sens positif ou négatif, une fraction de rotation équatoriale marquée par β, on multiplie ou divise l'exposant de l'unité dirigée par 1^{β}.

Ou bien, si l'unité dirigée est représentée par ses coordonnées rectangulaires

$$\cos a+\sin a\,(i\cos\alpha+i'\sin\alpha),$$

l'on multiplie, ou respectivement on divise son sinus dirigé par

$$\frac{i\cos\beta+i'\sin\beta}{i}\,*$$

et on aura ainsi

$$\cos a+\sin a\Big(i\cos(\alpha+\beta)\,i+i'\sin(\alpha+\beta)\Big)$$

dans le premier cas, et

$$\cos a+\sin a\Big(i\cos(\alpha-\beta)+i'\sin(\alpha-\beta)\Big)$$

dans le second.

II. — EXTENSION A L'ESPACE DE L'IDÉE DE MULTIPLICATION D'UNITÉS DIRIGÉES.

Dans l'espace aussi bien que dans le plan, la multiplication de deux unités dirigées peut être matériellement définie par une rotation méridienne (perpendiculaire à l'équateur, ou passant par l'axe des quantités

* $\cos\beta+\frac{i'}{i}\sin\beta$.

réelles), rotation subie par tout le système qui renferme le multiplicande, et modifiant la position du multiplicande en portant l'unité positive sur le multiplicateur.

Nous nommerons la multiplication ainsi entendue, multiplication à facteurs successifs, ou bien encore, multiplication géométrique.

Mais on peut encore, aussi bien dans l'espace que dans le plan, considérer une multiplication de deux unités dirigées comme devant donner l'unité dirigée résultant de deux rotations méridiennes *simultanées* subies par l'unité positive ; l'une des rotations étant isolément capable de mener l'unité positive sur l'un des facteurs, et l'autre, de la mener sur l'autre.

Dans ce second genre de multiplication, que nous nommerons multiplication à facteurs simultanés, ou multiplication dynamique, chacun des deux facteurs est un multiplicateur, et le vrai multiplicande est l'unité positive.

Le produit de ces deux genres de multiplication est le même quand on opère dans le plan, ou bien même quand les deux facteurs sont dans un même méridien de l'espace ; mais ils deviennent très différents quand les deux facteurs sont dans deux méridiens différents.

Diviser par une unité dirigée, c'est multiplier par la conjuguée du diviseur.

III. — Produits de facteurs simultanés et multiplication dynamique.

Nous indiquerons la multiplication dynamique en mettant les facteurs simultanés à la suite les uns des autres sans interposition de signes.

Règle II.

Le produit dynamique d'unités dirigées se fait par l'addition de leurs exposants :

$$1^{a1^\alpha}1^{b1^\beta} = 1^{(a1^\alpha + b1^\beta)}$$

$$= 1^{[a\cos\alpha + b\cos\beta + i(a\sin\alpha + b\sin\beta)]}$$

L'accord de cette formule avec les procédés connus pour calculer la résultante de rotations simultanées, est la meilleure preuve de la justesse de notre manière de représenter numériquement les unités dirigées.

Dans l'espace comme dans le plan, les unités dirigées, comme facteurs simultanés, ont pour logarithmes les arcs de méridien qui les séparent de l'unité positive.

Ainsi x sera le logarithme de $\cos x + i \sin x$,
ix sera celui de $(\cos x + i \sin x)^i$.

Mais ces deux formules peuvent être interprétées de deux façons différentes, selon que l'on considère x (à la façon d'Argand) comme une fraction indiquant une portion de la circonférence prise pour unité, ou bien (à la façon de Vallès) comme une longueur linéaire d'arc, évaluée en fonction du rayon.

Le logarithme Argandien de i^i ou de $1^{\frac{1}{4} 1^{\frac{1}{4}}}$ sera

$$\frac{1}{4} 1^{\frac{1}{4}} = \frac{1}{4} i;$$

Son logarithme Vallésien sera $\frac{1}{2} \pi \times i$.

En multipliant par i les logarithmes Vallésiens des unités dirigées, on obtient leurs logarithmes népériens, de sorte que

$$\left.\begin{array}{l} x\,\mathrm{i} \\ -x \\ -\frac{1}{2}\pi \end{array}\right\} \text{ seront les logarithmes népériens de } \left\{\begin{array}{l} \cos x + i \sin x \\ (\cos x + i \sin x)^i \\ i^i \end{array}\right.$$

Vérités exprimées par les formules

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x \qquad e^{(-x)} = (\cos x + i \sin x)^i$$

$$e^{\left(-\frac{1}{2}\pi\right)} = i^i.$$

Ainsi cette dernière formule, loin d'être, comme le pensait Servois, une objection contre l'idée d'Argand, que l'expression i^i pouvait bien être le symbole de la perpendiculaire sur 1 et sur i, en est au contraire la confirmation.

IV. — Produits de facteurs successifs ou multiplication géométrique.

Pour indiquer une multiplication géométrique, nous séparerons les facteurs successifs par le signe de la multiplication $\times$.

Règle III.

Pour multiplier l'une par l'autre deux unités dans un même méridien, on peut les ramener au premier méridien (Règle I), les y multiplier comme on opérerait dans le plan, puis encore (au moyen de la Règle I) ramener le produit au méridien des facteurs.

On peut encore faire la somme de tous les produits des coordonnées

dirigées de l'un des facteurs par celles de l'autre, en omettant les produits en $i'i$ et en ii'.

Des deux manières on trouvera que

$$\begin{aligned}(\cos a + i\sin a\cos\alpha + i'\sin a\sin\alpha) &\times (\cos b + i\sin b\cos\alpha + i'\sin b\sin\alpha)\\ = \cos a\cos b - \sin a\sin b &+ i(\sin a\cos b + \sin b\cos a)\cos\alpha\\ &+ i'(\sin a\cos b + \sin b\cos a)\sin\alpha.\end{aligned}$$

Le premier procédé se justifie de lui-même ; le second, par sa conformité de résultat avec le premier. Opération commutative, mais imparfaitement distributive, qui s'applique aussi bien pour les multiplications dynamiques que pour les multiplications géométriques.

Il n'en sera plus de même pour les règles suivantes.

Règle IV.

Tout rayon de l'équateur, multiplié *géométriquement* par un rayon qui lui est perpendiculaire, reste identique à lui-même. (Nous appelons équateur le grand cercle perpendiculaire à l'axe des quantités réelles.)

En effet, le rayon de l'équateur servant d'axe au rayon qui lui est perpendiculaire, ne peut être modifié par sa rotation méridienne.

Opération ni commutative, ni distributive !

Corollaire-lemme. — Lorsque le multiplicande, au lieu d'être un rayon ayant l'unité pour longueur, a une longueur quelconque, les manières d'opérer des Règles III et IV continuent à s'appliquer.

Règle V.

La multiplication géométrique de deux unités dirigées de méridiens différents se fait par l'application des Règles III, IV et du lemme.

Soit à multiplier

$$(\cos a + i\sin a\cos\alpha + i'\sin a\sin\alpha) \times (\cos b + i\sin b\cos\beta + i'\sin b\sin\beta).$$

Je prépare cette multiplication en décomposant le multiplicande en une somme de deux lignes dirigées, l'une parallèle, l'autre perpendiculaire au méridien du multiplicateur :

$$\begin{array}{r|r|c|r|c} \cos a & + i\sin a & \cos\alpha & + i'\sin a & \sin\alpha \\ = \cos a & + i\sin a & \cos(\alpha-\beta)\cos\beta & + i'\sin a & \cos(\alpha-\beta)\sin\beta \\ & - i\sin a & \sin(\alpha-\beta)\sin\beta & + i'\sin a & \cos(\alpha-\beta)\cos\beta \end{array}$$

Je multiplie le polynôme de la première ligne conformément à la Règle III, je laisse celui de la seconde identique à lui-même, conformément à la Règle V.

La somme de tous les produits partiels donnera :

$$\cos a\cos b - \sin a\sin b\cos(\alpha-\beta)$$

$$+ i\left(\sin a \cos b \cos(\alpha-\beta)\cos\beta + \sin b \cos a \cos\beta - \sin a \sin(\alpha-\beta)\sin\beta\right)$$
$$+ i'\left(\sin a \cos b \cos(\alpha-\beta)\sin\beta + \sin b \cos a \sin\beta + \sin a \sin(\alpha-\beta)\cos\beta\right)$$

Valeur qu'on obtiendrait aussi par les raisonnements géométriques, ce qui justifie le procédé indiqué. Opération distributive à certains points de vue, mais point à d'autres; résultat non symétrique, donc non commutatif.

Règle VI.

Une rotation oblique peut toujours être considérée comme la résultante d'une rotation méridienne et d'une rotation équatoriale et se calculer par application des Règles I et V.

$$1^{(a+b)1^{(\alpha-\beta)}} = \cos(a+b) + \sin(a+b)\left(i\cos(\alpha+\beta) + i'\sin(\alpha+\beta)\right)$$

Règle VII.

Dans un produit de facteurs successifs et de facteurs simultanés, chaque ensemble de facteurs simultanés doit être remplacé *à son rang* par le produit effectué. Ainsi

$$1^{a1^{\alpha}} \times 1^{b1^{\beta}} \times 1^{c1^{\gamma}}\,1^{d1^{\delta}} \times 1^{e1^{\varepsilon}}$$
$$= 1^{a1^{\alpha}} \times 1^{b1^{\beta}} \times 1^{(c1^{\gamma}+d1^{\delta})} \times 1^{e1^{\varepsilon}}.$$

V. — Application facile.

Pour vous rendre compte de l'utilité et de l'esprit de cette méthode, prenez la formule

$$a\left[\cos b + \sin b\,(i\cos c + i'\sin c)\right] = a\,1^{b1^{c}}$$

et faites lui subir toutes les modifications en remplaçant une ou plusieurs des lettres a, b et c, qui désigneront des constantes, par u, v et x, qui désigneront des variables, et étudiez les lignes et surfaces qu'on fait ainsi exprimer à la formule.

Problème I. — Noter la position de la lune sur la sphère céleste relativement au zénith et au méridien du lieu pris comme origine des azimuts, sa hauteur étant 10° et son azimut 100°.

Solution : $$1^{\frac{80}{360}1^{\frac{100}{360}}}.$$

Problème II. — L'observation ci-dessus a été faite à 50° de latitude Nord, au moment où le zénith était à 20° d'ascension droite. Rapporter la position de la lune à l'axe du monde et au point équinoxial du printemps.

Solution :

$$\text{Pos. lune rel. axe du m.} = \frac{\text{Pos. lune rel. zénith}}{\text{Pos. zénith rel. axe du m.}} = \frac{1^{\frac{80}{360}1^{\frac{100}{360}}}}{1^{\frac{40}{360}1^{\frac{20}{360}}}}$$

$$= Q = (\cos 80^\circ + i \sin 80^\circ \cos 100^\circ + i' \sin 80^\circ \sin 100^\circ)$$
$$\times (\cos 40^\circ - i \sin 40^\circ \sin 20^\circ - i' \sin 40^\circ \sin 20^\circ).$$

Quotient à effectuer au moyen de la Règle V.

Problème III. — De plus, la lune était pleine et avait 30′ de diamètre apparent ; décrire par une formule à la fois sa forme visible et sa position, rapportées : 1° au zénith ; 2° à l'axe du monde.

Solution :

1° $$1^{\frac{1}{1440}1^{v}} \times 1^{\frac{80}{360}1^{\frac{100}{360}}}$$

2° $$1^{\frac{1}{1440}1^{v}} \times Q$$

v étant une variable qui peut prendre, soit toutes les valeurs positives ; soit, ce qui serait suffisant, toutes celles de 0 à 1.

Ces exemples donnent un aperçu de la facilité que possède notre méthode pour résoudre certaines questions numériques ; ainsi que de la valeur laconiquement *descriptive* de nos notations.

M. le Général de COMMINES DE MARSILLY

A Auxerre.

ENUMÉRATION DES LIGNES COURBES PLANES DU TROISIÈME DEGRÉ

— *Séance du 14 août 1886.* —

1. J'entreprends de classer les courbes planes du troisième degré, ou cubiques planes, en m'appuyant sur les propriétés de ces courbes dans l'espace fini, comme on l'a fait pour les sections coniques dans la discussion classique de l'équation du second degré à deux inconnues. Cette marche paraît, d'après quelques mots d'Euler, avoir été suivie par Newton dans son *Enumeratio linearum tertii ordinis,* ouvrage paru

en 1704 et aujourd'hui introuvable, mais ne pas y avoir été exposée avec tous les développements nécessaires. Elle avait conduit le grand géomètre à compter soixante-douze espèces de courbes, nombre qui, je le crois, a été porté depuis à soixante-dix-neuf par d'autres auteurs. Euler reproche à cette marche une certaine incertitude dans la délimitation des espèces et la rejette; il n'admet, comme base de classification, que la considération des branches infinies, et Cramer a suivi son exemple. Euler écrit à ce sujet* :

« *Quanquam autem hœc divisionis ratio arbitraria videtur, tamen* « *Newtonus suam tandem rationem sequens multo plures species pro-* « *ducere potuisset, cum equidem mea methodo utens neque plures* « *neque pauciores species eruere queam.* »

Cette assertion n'est pas entièrement exacte : Euler et Cramer ont employé la même méthode de délimitation des espèces (Cramer les appelle genres), et ils ne sont pas arrivés au même chiffre; Euler en a compté seize** et Cramer quatorze***. Je dis plus : malgré le respect dû à ces illustres géomètres, l'innovation ne semble pas heureuse; il est bon, en effet, que la définition donne une idée de la courbe définie dans ses parties tangibles; ce point de vue est négligé complètement par Euler et Cramer, puisqu'ils s'occupent uniquement de ce que les branches infinies deviennent à l'infini. Quelle idée nous ferions-nous des courbes du second degré, si on les définissait ainsi d'après la méthode d'Euler : *Ellipse,* courbe à deux asymptotes imaginaires; *Parabole,* courbe à deux asymptotes parallèles situées à l'infini; *Hyperbole,* courbe à deux asymptotes se coupant dans le plan?

Il semble préférable de revenir au système de Newton, en précisant davantage les caractères spécifiques, et en introduisant, conformément à une idée d'Euler, des genres ou groupes d'espèces. Voici les bases que j'adopterai.

L'équation générale des cubiques planes peut être regardée comme l'égalité posée entre zéro et la somme de quatre quantités, savoir : une constante, un binôme du premier degré à deux inconnues, un trinôme du second degré et un quadrinôme du troisième degré, toujours par rapport à ces mêmes inconnues x et y. D'après un théorème connu sur les polynômes homogènes de deux variables, le polynôme du troisième degré peut être considéré comme le produit de trois facteurs linéaires. Dès lors, les quatre cas suivants peuvent se produire, et il n'y en a pas d'autre possible quand le polynôme est réel, ce que nous admettons :

* *Introductio in analysin infinitorum.* Editio nova, t. II, 1797, Lugduni, apud Bermuset, Delamollière, Falque et Soc., n° 236, p. 123. La première édition de cet ouvrage a paru en 1748.

** *Introductio in analysin infinitorum* déjà citée, t. II, p, 123.

*** *Introduction à l'analyse des lignes courbes algébriques,* par Gabriel Cramer. Genève, chez les frères Cramer et Cl. Philibert. 1750, p. 369.

I. — Un facteur réel, deux imaginaires.

II. — Trois facteurs réels inégaux.

III. — Trois facteurs réels, dont deux égaux.

IV. — Trois facteurs réels égaux.

Je trouve dans ce fait une première répartition des courbes en quatre familles désignées par le numéro du cas correspondant.

Je répartirai ensuite les courbes de chaque famille en genres, au moyen des caractères suivants que je vais énumérer.

Certaines cubiques ont un centre, c'est-à-dire un point de leur contour également distant des deux autres points d'intersection de toute droite qui y passe ; les autres cubiques n'en ont pas.

Généralement, les cubiques coupent les droites du plan en trois points réels ou imaginaires ; mais il y en a qui coupent une série de parallèles en deux points seulement, réels ou imaginaires. Quand ce fait se produit, il ne peut avoir lieu que pour trois séries de parallèles, réelles toutes les trois ou une réelle seulement. Ces séries de parallèles possèdent chacune un diamètre, lieu des milieux des cordes interceptées, et le diamètre peut être une hyperbole, une parabole ou une droite. Il y a aussi des cubiques capables d'être coupées par une série de parallèles, chacune seulement en un point, lequel est toujours réel.

Enfin, la cubique peut avoir une, deux ou trois asymptotes rectilignes, ou ne pas en avoir. Ce sont les seules asymptotes que je considérerai.

Ceci posé, je dresserai, pour chaque famille, le tableau des caractères suivants :

Centre. — Un ou pas.

Série de parallèles coupant la courbe en deux points. — 0, 1, 2 ou 3.

Diamètres. — Nombre et nature.

Série de parallèles coupant la courbe en un seul point. — 0 ou 1.

Asymptotes 0, 1, 2 ou 3.

Tous ces caractères devront être identiques pour les courbes d'un même genre. Deux genres différents différeront entre eux par au moins un de ces caractères. Dans la définition des genres, je ne mentionnerai pas les caractères qui n'existent pas. Ainsi, par exemple, je ne mentionnerai pas dans la liste des caractères propres aux genres des familles I et II, la série de parallèles coupant la courbe en un seul point, laquelle n'y existe pas.

Quant aux espèces, je les distinguerai par le nombre des branches, leur nature et la manière dont elles se comportent vis-à-vis des diamètres et des asymptotes. Mais j'en remets l'étude à un travail postérieur, me bornant à donner, dans celui-ci, la classification des familles et des genres.

2. Sous sa forme la plus générale, le polynome homogène du troisième degré qui entre dans l'équation de la cubique, peut être représenté par :

$$ay^3 + bxy^2 + cx^2y + dx^3 = (\alpha y - \beta x)(\gamma y - \delta x)(\varepsilon y - \zeta x), \qquad (1)$$

où le premier facteur $\alpha y - \beta x$ est toujours réel. On peut, dans tous les cas, recourir à un système d'axes rectangulaires différents au moyen des formules de transformation connues :

$$x = x' \cos\omega - y' \sin\omega, \qquad y = x' \sin\omega + y' \cos\omega, \qquad (2)$$

et profiter de l'indétermination de ω pour écrire :

$$\alpha \cos\omega + \beta \sin\omega = 0, \qquad \text{tang}\,\omega = -\frac{\alpha}{\beta}. \qquad (3)$$

Les formules (2) deviennent alors :

$$x = \frac{\cos\omega}{\beta}(\beta x' + \alpha y'), \qquad y = \frac{\cos\omega}{\beta}(-\alpha x' + \beta y'), \qquad (4)$$

et le polynome du troisième degré revêt la forme :

$$-\frac{\cos^3\omega}{\beta^3}(\alpha^2+\beta^2)(\beta\gamma - \alpha\delta)(\beta\varepsilon - \alpha\zeta)\,x'y'^2$$
$$+\frac{\cos^3\omega}{\beta^3}(\alpha^2+\beta^2)\Big[(\beta\gamma - \alpha\delta)(\beta\zeta + \alpha\varepsilon) + (\beta\delta + \alpha\gamma)(\beta\varepsilon - \alpha\zeta)\Big]\,x'^2y'$$
$$-\frac{\cos^3\omega}{\beta^3}(\alpha^2+\beta^2)(\beta\delta + \alpha\gamma)(\beta\zeta + \alpha\varepsilon)\,x'^3,$$

d'où le terme en y'^3 a disparu.

Donc, toute équation d'une cubique plane peut, par un choix convenable d'axes rectangulaires, être débarrassée du terme en y^3.

Lorsque les deux autres facteurs de (1) sont réels, il est évident que chacun d'eux peut être pris pour $\alpha y - \beta x$; par conséquent, il y a trois orientations différentes pour lesquelles le terme en y^3 disparaît si les trois facteurs diffèrent entre eux ; mais, s'il y en a deux ou trois égaux, on arrive à d'autres conclusions. Quand il y a deux facteurs égaux, soit $\frac{\gamma}{\delta} = \frac{\varepsilon}{\zeta}$, on fait évanouir le terme en y^3 au moyen de l'équation (3) appliquée au facteur $\alpha y - \beta x$; mais, si on applique celle-ci au facteur $\gamma y - \delta x = \theta(\varepsilon y - \zeta x)$, on ramène le polynome à la forme :

$$-\frac{\cos^3\omega}{\theta\delta^3}(\gamma^2+\delta^2)^2 x'^2\Big[(\alpha\delta - \beta\gamma)\,y' - (\beta\delta + \alpha\gamma)\,x'\Big],$$

d'où les termes en y'^3 et $x'y'^2$ ont disparu. Il y a donc deux orientations distinctes, l'une pour laquelle le terme en y'^3 disparaît, l'autre pour laquelle les deux termes en y'^3 et $x'y'^2$ disparaissent simultanément. Quand les trois facteurs sont égaux, à des facteurs numériques

près, la transformation (2) ramène le polynome du troisième degré à la forme :

$$-\frac{\cos^3\omega}{\theta\theta'\delta^3}(\gamma^2+\delta^2)^3 x'^3,$$

d'où tous les termes contenant y ont disparu. Enfin, quand il y a deux facteurs imaginaires, les quantités $\gamma\varepsilon$, $\gamma z+\delta\varepsilon$, δz sont réelles puisque le polynome l'est par hypothèse ; donc, les coefficients :

$$(\beta\gamma-\alpha\delta)(\beta\varepsilon-\alpha\zeta)=\beta^2\gamma\varepsilon-\alpha\beta(\gamma\zeta+\delta\varepsilon)+\alpha^2\delta\zeta,$$
$$(\beta\gamma-\alpha\delta)(\beta\zeta+\alpha\varepsilon)+(\beta\delta+\alpha\gamma)(\beta\varepsilon-\alpha\xi)=(\beta^2-\alpha^2)(\gamma\zeta+\delta\varepsilon)+2\alpha\beta(\gamma\varepsilon-\delta\zeta),$$
$$(\beta\delta+\alpha\gamma)(\beta\zeta+\alpha\varepsilon)=\beta^2\delta\zeta+\alpha\beta(\delta\varepsilon+\gamma\zeta)+\alpha^2\gamma\varepsilon,$$

le sont également ; il y a donc une orientation réelle et une seule pour laquelle le terme en y'^3 s'évanouit.

On peut donc définir les familles de cubiques sous ce nouvel aspect.

Famille I. — Il y a, pour les courbes de cette famille, une orientation réelle et deux imaginaires d'axes rectangulaires pour lesquelles l'équation est privée du terme en y^3, mais a le terme en xy^2.

Famille II. — Il y a, pour les courbes de cette famille, trois orientations réelles différentes d'axes rectangulaires pour lesquels l'équation est privée du terme en y^3, mais a le terme en xy^2.

Famille III. — Les courbes de cette famille possèdent deux orientations réelles distinctes d'axes rectangulaires pour l'une desquelles l'équation est privée du terme en y^3, mais non du terme en xy^2, tandis que pour l'autre, les termes en y^3 et xy^2 manquent et le terme en x^2y existe.

Famille IV. — Les courbes de cette famille possèdent une seule orientation d'axes rectangulaires qui fasse disparaître le terme en y^3 ; mais les termes en xy^2 et x^2y disparaissent en même temps.

3. Nous éclaircirons davantage cette classification par famille, en reprenant le problème à un autre point de vue.

Soit :

$$xy^2+ax^2y+bx^3+\mathrm{P}=0 \tag{5}$$

l'équation d'une cubique où P désigne l'ensemble des termes qui ne sont pas du troisième degré. On trouvera, en changeant l'orientation des axes au moyen des équations (2), et observant que P transformé est toujours du second degré :

$$\begin{aligned}&y'^3(-\sin\omega\cos^2\omega+a\sin^2\omega\cos\omega-b\sin^3\omega)\\&+x'y'^2(\cos^3\omega-2\sin^2\omega\cos\omega+a\sin^3\omega-2a\sin\omega\cos^2\omega+3b\sin^2\omega\cos\omega)\\&+x'^2y'(-\sin^3\omega+2\sin\omega\cos^2\omega+a\cos^3\omega-2a\sin^2\omega\cos\omega-3b\sin\omega\cos^2\omega)\\&+x'^3\ (\sin^2\omega\cos\omega+a\sin\omega\cos^2\omega+b\cos^3\omega)+\mathrm{P}=0.\end{aligned}$$

Nous obtiendrons, par conséquent, toutes les orientations d'axes rectangulaires pour lesquelles le terme en y^3 disparaît en écrivant :

$$-\sin\omega\cos^2\omega + a\sin^2\omega\cos\omega - b\sin^3\omega = 0,$$

équation qui se partage en deux autres, savoir :

$$\sin\omega = 0, \qquad -\cos^2\omega + a\sin\omega\cos\omega - b\sin^2\omega = 0 \qquad (6)$$

La première des deux équations correspond à l'orientation actuelle ; car elle donne $\omega = 0, \pi, 2\pi, 3\pi$, c'est-à-dire l'axe actuel des x pris dans un sens ou dans le sens opposé. On peut donner, à la seconde équation, la forme :

$$b\,\mathrm{tang}^2\omega - a\,\mathrm{tang}\,\omega + 1 = 0 ;$$

d'où :

$$\mathrm{tang}\,\omega = \frac{a \pm \sqrt{a^2 - 4b}}{2b}. \qquad (7)$$

Ces valeurs sont imaginaires quand on a $a^2 - 4b < 0$, et réelles et inégales quand on a $a^2 - 4b > 0$. On en conclut que le caractère de la famille I, représentée par l'équation (5), est d'avoir $a^2 - 4b < 0$, tandis que $a^2 - 4b > 0$ est, dans la même circonstance, le caractère de la famille II*. Quand on a $a^2 - 4b = 0$, les deux orientations se confondent, et l'on a, en remplaçant b par $\frac{a^2}{4}$:

$$\mathrm{tang}\,\omega = \frac{2}{a}. \qquad (8)$$

Alors on trouve :

$$-\sin\omega\cos^2\omega + a\sin^2\omega\cos\omega - b\sin^3\omega = \sin\omega\cos^2\omega\left(-1 + a\frac{2}{a} - b\frac{4}{a^2}\right) = 0,$$

$$\cos^3\omega - 2\sin^2\omega\cos\omega + a\sin^3\omega - 2a\sin\omega\cos^2\omega + 3b\sin^2\omega\cos\omega$$
$$= \cos^3\omega\left(1 - 2\frac{4}{a^2} + a\frac{8}{a^3} - 2a\frac{2}{a} + 3b\frac{4}{a^2}\right) = 0,$$

$$-\sin^3\omega + 2\sin\omega\cos^2\omega + a\cos^3\omega - 2a\sin^2\omega\cos\omega - 3b\sin\omega\cos^2\omega$$
$$= \cos^3\omega\left(-\frac{8}{a^3} + 2\frac{2}{a} + a - 2a\frac{4}{a^2} - 3b\frac{2}{a}\right) = \cos^3\omega\left(-\frac{8}{a^3} - \frac{4}{a} - \frac{a}{2}\right);$$

par conséquent, la direction (8) donne une équation d'où les termes en y^3 et xy^2 ont disparu, mais non le terme en x^2y. La condition $a^2 - 4b = 0$ est donc le caractère de la famille III.

Soit ensuite :

$$x^2y + gx^3 + \mathrm{P} = 0, \qquad (9)$$

* On trouvera, tous calculs faits, que la substitution de la valeur (7) donne pour coefficient de $x'y'^2$,

$$\frac{\cos^3\omega}{2b^3}\sqrt{a^2 - 4b}\left[a(a^2 + b^2 - 3b) \pm (a^2 + b^2 - b)\sqrt{a^2 - 4b}\right],$$

lequel ne pourrait être nul que si on avait $a^2 + (b - 1)^2 = 0$, ce qui est impossible.

une équation de la famille III. La substitution des valeurs (2) fournira la transformée :

$$y'^3 \sin^2\omega(\cos\omega - g\sin\omega) + x'y'^2 \sin\omega(\sin^2\omega - 2\cos^2\omega + 3g\sin\omega\cos\omega)$$
$$+ x'^2y' \cos\omega(\cos^2\omega - 2\sin^2\omega - 3g\sin\omega\cos\omega) + x'^3\cos^2\omega(\sin\omega + g\cos\omega)$$
$$+ \mathrm{P} = 0.$$

La disparition du terme en y'^3 exige la condition :

$$\sin^2\omega(\cos\omega - g\sin\omega) = 0, \tag{10}$$

laquelle se décompose en deux autres, savoir :

$$\sin\omega = 0, \quad \cos\omega - g\sin\omega = 0 \quad \text{ou} \quad \operatorname{tang}\omega = \frac{1}{g}.$$

La première annule également le coefficient de $x'y'^2$ et est la conservation des axes actuels. La seconde annule le coefficient de y'^3 et donne pour coefficient du terme en $x'y'^2$.

$$\sin\omega\cos^2\omega\left(\frac{1}{g^2} - 2 + 3\right) = \sin\omega\cos^2\omega\left(1 + \frac{1}{g^2}\right),$$

ce qui ne peut être nul. C'est bien ce que nous avons vu pour les courbes de la famille III.

Soit enfin :

$$x^3 + \mathrm{P} = 0, \tag{11}$$

l'équation générale des courbes de la famille IV. La substitution des équations (2) donne pour les termes du troisième degré :

$$(x'\cos\omega - y'\sin\omega)^3,$$

dont on ne peut faire disparaître le terme en y'^3 qu'en posant $\sin\omega = 0$, c'est-à-dire en conservant les axes actuels, et supprimant du même coup les termes en xy^2 et x^2y. La famille IV n'a donc qu'une orientation particulière.

4. Pour toute orientation d'axes rectangulaires, qui fait disparaître le terme en y^3, mais non le terme en xy^2, il existe un point qui, pris pour origine, fait disparaître encore de l'équation les termes en y^2 et xy.

Soit en effet :

$$xy^2 + ax^2y + bx^3 + c_1y^3 + c_2xy + c_3x^2 + dy + ex + f = 0, \tag{12}$$

l'équation de la courbe pour une orientation de cette nature. Changeons l'origine, en conservant la direction des axes, ce qui revient à poser :

$$x = x' + \xi, \qquad y = y' + \eta; \tag{13}$$

l'équation transformée de la courbe sera :

$$x'y'^2 + ax'^2y' + bx'^3$$
$$+ (\xi + c_1)y'^2 + (2\eta + 2a\xi + c_2)x'y' + (a\eta + 3b\xi + c_3)x'^2$$

$$+(2\xi\eta+a\xi^2+2c_1\eta+c_2\xi+d)y'+(\eta^2+2a\xi\eta+3b\xi^2+c_2\eta+2c_3\xi+e)x'$$
$$+\xi\eta^2+a\xi^2\eta+b\xi^3+c_1\eta^2+c_2\xi\eta+c_3\xi^2+d\eta+e\xi+f=0.$$

On sera toujours en droit de disposer de ξ et de η pour poser :

$$\xi+c_1=0, \qquad 2\eta+2a\xi+c_2=0, \tag{14}$$

et ces équations étant du premier degré avec 1 pour coefficient de ξ dans la première, 2 pour coefficient de η dans la seconde, donneront nécessairement des valeurs de ξ et η réelles et finies. Ce sont :

$$\xi=-c_1, \qquad \eta=ac_1-\frac{1}{2}c_2. \tag{15}$$

L'équation transformée de la courbe sera donc :

$$x'y'^2+ax'^2y'+bx'^3+(a^2c_1-\frac{1}{2}ac_2-3bc_1+c_3)x^2$$
$$+(ac_1^2-c_1c_2+d)y'+(-a^2c_1^2+ac_1c_2-\frac{1}{4}c_2^2+3bc_1^2-2c_1c_3+e)x'$$
$$+\frac{1}{2}c_1c_2^2+c_1^2c_3-\frac{3}{2}ac_1^2c_2+(a^2-b)c_1^3+d(ac_1-\frac{1}{2}c_2)-c_1e+f=0. \tag{16}$$

L'énoncé est donc démontré.

5. Pour toute orientation d'axes rectangulaires qui fait disparaître les termes en y^3 et xy^2, mais non celui en x^2y, il existe un point qui, pris pour origine, fait disparaître encore de l'équation les termes en xy et x^2.

Soit en effet :

$$x^2y+gx^3+h_1y^2+h_2xy+h_3x^2+iy+jx+k=0$$

une équation de cette nature. Transportons les axes parallèlement à eux-mêmes en changeant l'origine, et posons, à cet effet, comme ci-dessus, l'équation (13); l'équation transformée de la courbe sera :

$$x'^2y'+gx'^3$$
$$+h_1y'^2+(2\xi+h_2)x'y'+(\eta+3g\xi+h_3)x'^2$$
$$+(\xi^2+2h_1\eta+h_2\xi+i)y'+(2\xi\eta+3g\xi^2+h_2\eta+2h_3\xi+j)x'$$
$$+\xi^2\eta+g\xi^3+h_1\eta^2+h_2\xi\eta+h_3\xi^2+i\eta+j\xi+k=0.$$

On pourra toujours disposer de ξ et η pour écrire :

$$2\xi+h_2=0, \qquad \eta+3g\xi+h_3=0, \tag{17}$$

ce qui démontre le théorème énoncé. Mais le coefficient de y'^2 ne peut être nul que si $h_1=0$, ce qui constitue un cas particulier. On a d'ailleurs, par suite de (17) :

$$\xi=-\frac{1}{2}h_2, \qquad \eta=\frac{3}{2}gh_2-h_3, \tag{18}$$

et pour l'équation transformée :

$$x'^2y' + gx'^3 + h_1y'^2 + \left(3gh_1h_1 - \frac{1}{4}h_2^2 - 2h_1h_3 + i\right)y'$$
$$+ \left(\frac{3}{4}gh_2^2 - h_2h_3 + j\right)x' + \frac{9}{4}g^2h_1h_2^2 - \frac{1}{2}gh_2^3 + h_1h_3^2 - 3gh_1h_2h_3$$
$$+ \frac{1}{2}h_2^2h_3 + i\left(\frac{3}{2}gh_2 - h_3\right) - \frac{1}{2}jh_2 + k = 0. \qquad (19)$$

6. Les cubiques douées d'un centre donnent lieu, lorsqu'on prend ce centre pour origine, à des équations dépourvues de termes de degré pair.

Effectivement, si $x=a$, $y=b$ sont les coordonnées d'un des points d'intersection d'une droite passant par le centre avec la cubique, les coordonnées du troisième point d'intersection doivent être, quand le centre est pris pour origine, $x = -a$, $y = -b$; condition qui entraîne la nullité des termes de degré pair.

7. L'équation réduite :

$$xy^2 + ax^2y + bx^3 + cx^2 + dy + ex + f = 0, \qquad (20)$$

comprend toutes les courbes de la famille I quand on a $a^2 - 4b < 0$, toutes les courbes de la famille II quand on a $a^2 - 4b > 0$, et toutes les courbes de la famille III quand on a $a^2 - 4b = 0$. Résolue par rapport à y, elle donne la relation :

$$y = \frac{-ax^2 - d \pm \sqrt{(a^2-4b)x^4 - 4cx^3 + (2ad-4e)x^2 - 4fx + d^2}}{2x}. \qquad (21)$$

Donc, à chaque valeur de x correspondent deux valeurs de y; autrement dit, les parallèles à l'axe des y coupent la cubique seulement en deux points, réels ou imaginaires. En se reportant aux n°s 2 et 3, on voit que les familles I et III ont une série unique de parallèles coupant la courbe en deux points seulement, tandis que la famille II en a trois.

Ces parallèles coupées en deux points forment des cordes qui ont un diamètre (ligne des milieux). L'équation en est :

$$y = \frac{-ax^2 - d}{2x}; \qquad (22)$$

c'est celle d'une hyperbole ayant son centre à l'origine et l'axe des y pour asymptote, quand d diffère de zéro ; quand, au contraire, $d = 0$, l'équation (22) se réduit à :

$$y = -\frac{ax}{2}, \qquad (23)$$

et le diamètre devient une droite passant par l'origine. La relation (21) se simplifie alors et devient :

$$y = -\frac{ax}{2} \pm \frac{1}{2}\sqrt{\frac{(a^2-4b)x^3-4cx^2-4ex-4f}{x}}. \qquad (24)$$

On voit aisément que les deux valeurs (21) de y se réduisent, l'une à $-\frac{2d}{0}$, l'autre à $\frac{0}{0}$ quand $x=0$. La première est $+\infty$ ou $-\infty$, selon que d est négatif ou positif; donc, quand d n'est pas nul, la cubique est asymptote à l'axe des y par l'une de ses extrémités. Pour trouver l'autre valeur de y, il faut substituer, au numérateur et au dénominateur, leurs dérivées dans lesquelles on a fait $x=0$. La dérivée du numérateur est :

$$-2ax \pm \frac{2(a^2-4b)x^3-bcx^2+(2ad-4e)x-2f}{\sqrt{(a^2-4b)x^4-4cx^3+(2ad-4e)x^2-4fx+d^2}},$$

laquelle, pour $x=0$, se réduit à :

$$-\frac{2f}{d}.$$

La dérivée du dénominateur est 2 et ne change pas quand on y pose $x=0$; la valeur de y cherchée est donc :

$$y = -\frac{f}{d}. \qquad (25)$$

Elle est toujours réelle et, par conséquent, la cubique coupe l'axe des y auquel elle est asymptote par une extrémité seulement. La seule exception est le cas de $d=0$, qui rend y infini; la cubique est alors asymptote à l'axe des y par ses deux extrémités; un coup d'œil jeté sur la formule (24), rend cette proposition évidente.

Nous venons de reconnaître une asymptote dans l'axe des y; cherchons s'il en existe d'autres inclinées sur cet axe. A cet effet, remontons à (20) et remplaçons-y y par $x \operatorname{tang}\varphi$; divisons le résultat par x^3, puis faisons $x=\infty$; nous trouverons :

$$\operatorname{tang}^2\varphi + a\operatorname{tang}\varphi + b = 0; \qquad (26)$$

d'où :

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{-a\pm\sqrt{a^2-4b}}{2}. \qquad (27)$$

Écrivons ensuite :

$$y = \frac{1}{2}\left(-a\pm\sqrt{a^2-4b}\right)x+\delta;$$

substituons cette valeur dans (20), effaçons les quantités qui se détruisent, divisons par x^2 et faisons $x=\infty$; nous trouverons :

$$(2\operatorname{tang}\varphi + a)\delta + c = 0;$$

ou, comme :

$$2 \operatorname{tang} \varphi + a = \pm \sqrt{a^2 - 4b},$$

nous aurons :

$$\delta = -\frac{c}{\pm \sqrt{a^2 - 4b}}. \tag{28}$$

Les asymptotes inclinées ont donc pour équation :

$$y = \frac{1}{2}\left(-a \pm \sqrt{a^2 - 4b}\right) x - \frac{c}{\pm \sqrt{a^2 - b}}. \tag{29}$$

On voit immédiatement qu'elles sont imaginaires pour la famille I et se réduisent à une seule située à l'infini pour la famille III, à moins qu'on n'ait pour certaines courbes $c = 0$, auquel cas l'équation (29) devient indéterminée. Nous pouvons donc poser les conclusions suivantes :

Les courbes de la famille I ont une seule asymptote réelle qui est l'axe des y.

Les courbes de la famille II ont trois asymptotes réelles, savoir : l'axe des y et deux droites inclinées données par les équations (29).

Les courbes de la famille III n'ont qu'une asymptote réelle à distance finie, quand le terme en x^2 existe dans l'équation (20) ; c'est l'axe des y auquel est rapportée cette équation. Quand le terme en x^2 n'existe pas, il peut y avoir d'autres asymptotes, mais elles n'existent pas nécessairement. C'est ce que nous verrons plus tard.

Observons, en outre, en nous reportant au n° 3, qu'on a :

$$\operatorname{tang} \omega \cdot \operatorname{tang} \varphi = \left[\frac{a \pm \sqrt{a^2 - 4b}}{2b}\right]\left[\frac{-a \pm \sqrt{a^2 - 4b}}{2}\right] = -1.$$

Donc, dans les courbes de la famille I, les asymptotes inclinées sont perpendiculaires aux deux autres orientations de l'axe des x qui répondent à des équations réduites ; en d'autres termes, elles ont l'orientation des deux autres axes des y pour lesquels le terme en y^3 disparaît de l'équation de la courbe.

8. Nous avons, dès à présent, tout ce qu'il faut pour classer en genres les courbes de la famille I ; voici ces genres :

Famille I. — Genre I.

Équation :

$$xy^2 + ax^2y + bx^3 + dy + ex = 0, \qquad a^2 - 4b < 0,$$

d différent de zéro.

Centre. — Un.

Série de parallèles coupant la courbe en deux points. — Une.

Diamètre. — 1 : une hyperbole concentrique à la courbe.

Asymptote. — Une seule, sécante, commune à l'hyperbole et à la courbe.

FAMILLE I. — GENRE II.

Équation :

$$xy^2 + ax^2y + bx^3 + cx^2 + dy + ex + f = 0, \qquad a^2 - 4b < 0,$$

d et au moins une des quantités c, f différents de zéro.

Série de parallèles coupant la courbe en deux points. — Une seule.

Diamètre. — 1 : une hyperbole dont le centre est à l'origine.

Asymptote. — Une seule, sécante, commune à l'hyperbole et à la courbe.

FAMILLE I. — GENRE III.

Équation :

$$xy^2 + ax^2y + bx^3 + cx^2 + ex + f = 0, \qquad a^2 - 4b < 0,$$

f différent de zéro.

Série de parallèles coupant la courbe en deux points. — Une seule.

Diamètre. — 1 : une droite passant par l'origine.

Asymptote. — Une seule, non sécante.

9. Le classement en genre des courbes de la famille II réclame quelques nouveaux calculs. Effectivement, comme les courbes ont, pour trois orientations différentes, des équations privées du terme en y^3, elles peuvent avoir, d'une orientation à l'autre, des diamètres de nature différente. Ce sera la conséquence des relations entre les constantes de l'équation pour une orientation donnée, relations qu'il s'agit de déterminer. A cet effet, nous commencerons par déduire de l'équation (7) les valeurs de $\sin\omega$ et de $\cos\omega$; ce sont, en posant pour abréger :

$$2a^2 - 4b \pm 2a\sqrt{a^2 - 4b} + 4b^2 = \mathrm{D}^2, \tag{30}$$

$$\sin\omega = \frac{1}{\mathrm{D}}\left(a \pm \sqrt{a^2 - 4b}\right), \qquad \cos\omega = \frac{2b}{\mathrm{D}}; \tag{31}$$

puis, en les substituant dans les équations (2), nous aurons :

$$\begin{aligned} x &= \frac{1}{\mathrm{D}}\left(2bx' - \left(a \pm \sqrt{a^2 - 4b}\right)y'\right), \\ y &= \frac{1}{\mathrm{D}}\left(\left(a \pm \sqrt{a^2 - 4b}\right)x' + 2by'\right) \end{aligned} \tag{32}$$

Ces formules donnent seulement le changement d'orientation et suffisent pour le genre doué d'un centre qui est l'origine commune des trois équations réduites ; mais pour les autres genres où les origines diffèrent, les formules (32) ont besoin d'être complétées par l'addition des coordonnées ξ, η des nouvelles origines. Substituons en conséquence les valeurs (32) dans l'équation (20) de la famille II ; nous trouverons :

$$\frac{4}{\mathrm{D}^3}\left[a^4 + a^2b^2 - 5a^2b + 4b^2 - 4b^3 \pm (a^3 - 3ab + ab^2)\sqrt{a^2 - 4b}\right]x'y'^2$$

$$+\frac{1}{\mathrm{D}^3}\left[-4a^3 - 8a^3b - 4ab^3 + 24ab^2 + 12ab \mp (4a^2 + 8a^2b + 12b^3 - 8b^2 - 4b)\right.$$

$$\left.\sqrt{a^2 - 4b}\right]x'^2y'$$

$$+\frac{4}{D^3}\left[a^2b^2+a^2b+2b^4-2b^2\pm ab(1+b)\sqrt{a^2-4b}\right]x'^3$$

$$+\frac{c}{D^2}\left(2a^2-4b\pm 2a\sqrt{a^2-4b}\right)y'^2-\frac{4bc}{D^2}\left(a\pm\sqrt{a^2-4b}\right)x'y'\pm\frac{4b^2c}{D^2}x'^2$$

$$-\frac{1}{D}\left[2bd-e\left(a\pm\sqrt{a^2-4b}\right)\right]y'+\frac{1}{D}\left[d\left(a\pm\sqrt{a^2 4b}\right)+2be\right]x'+f=0.(33)$$

Remplaçons-y x' et y' respectivement par $x+\xi$, $y+\eta$; les coefficients de la nouvelle équation seront :

de xy^2 :

$$\frac{4}{D^3}\left[a^4+a^2b^2-5a^2b+4b^2-4b^3\pm(a^3-3ab+ab^2)\sqrt{a^2-4b}\right],$$

de x^2y :

$$\frac{4}{D^2}\left[-a^3-2a^3b-ab^3+6ab^2+3ab\mp(a^2+2a^2b+3b^3-2b^2-b)\sqrt{a^2-4b}\right],$$

de x^3 :

$$\frac{4}{D^3}\left[a^2b^2+a^2b+2b^4-2b^2\pm ab(1+b)\sqrt{a^2-b}\right];$$

de y^2 :

$$\frac{4\xi}{D^3}\left[a^4+a^2b^2-5a^2b+4b^2-4b^3\pm(a^3-3ab+ab^2)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$+\frac{c}{D^2}\left[2a^2-4b\pm 2a\sqrt{a^2-4b}\right],$$

de xy :

$$\frac{8\eta}{D^3}\left[a^4+a^2b^2-5a^2b+4b^2-4b^3\pm(a^3-3ab+ab^2)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$+\frac{8\xi}{D^3}\left[-a^3-2a^3b-ab^3+6ab^2+3ab\mp(a^2+2a^2b+3b^3-2b^2-b)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$-\frac{4bc}{D^2}\left(a\pm\sqrt{a^2-4b}\right);$$

de x^2 :

$$\frac{4\eta}{D^3}\left[-a^3-2a^3b-ab^3+6ab^2+3ab\mp(a^2+2a^2b+3b^3-2b^2-b)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$+\frac{12\xi}{D^3}\left[a^2b^2+a^2b+2b^4-2b^2\pm ab(1+b)\sqrt{a^2-4b}\right]+\frac{4b^2c}{D^2};$$

de y :

$$\frac{8\xi\eta}{D^3}\left[a^4+a^2b^2-5a^2b+4b^2-4b^3\pm(a^3-3ab+ab^2)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$+\frac{4\xi^2}{D^3}\left[-a^3-2a^3b-ab^3+6ab^2+3ab\mp(a^2+2a^2b+3b^3-2b^2-b)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$+\frac{2c\eta}{D^2}\left[2a^2-4b\pm 2a\sqrt{a^2-4b}\right]-\frac{4bc\xi}{D^2}\left(a\pm\sqrt{a^2-4b}\right)$$
$$+\frac{1}{D}\left[2bd-e\left(a\pm\sqrt{a^2-4b}\right)\right],$$

de x :

$$\frac{4\eta^2}{D^3}\left[a^4 + a^2b^2 - 5a^2b + 4b^2 - 4b^3 \pm (a^3 - 3ab + ab^2)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$+\frac{8\xi\eta}{D^3}\left[-a^3 - 2a^3b - ab^3 + 6ab^2 + 3ab \mp (a^2 + 2a^2b + 3b^3 - 2b^3 - b)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$+\frac{12\xi^2}{D^3}\left[a^2b^2 + a^2b + 2b^4 - 2b^2 \pm ab(1+b)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$-\frac{4bc\eta}{D^2}\left(a \pm \sqrt{a^2-4b}\right) + \frac{8b^2c\xi}{D^2} + \frac{1}{D}\left[d\left(a \pm \sqrt{a^2-4b}\right) + 2be\right];$$

terme constant :

$$\frac{4\xi\eta^2}{D^3}\left[a^4 + a^2b^2 - 5a^2b + 4b^2 - 4b^3 \pm (a^3 - 3ab + ab^2)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$+\frac{4\xi^2\eta}{D^3}\left[-a^3 - 2a^3b - ab^3 + 6ab^2 + 3ab \mp (a^2 + 2a^2b + 3b^3 - 2b^2 - b)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$+\frac{4\xi^3}{D^3}\left[a^2b^2 + a^2b + 2b^4 - 2b^2 \pm ab(1+b)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$+\frac{c\eta^2}{D^2}\left[2a^2 - 4b \pm 2a\sqrt{a^2-4b}\right] - \frac{4bc\xi\eta}{D^2}\left(a \pm \sqrt{a^2-4b}\right) + \frac{4b^3c\xi^2}{D^2}$$
$$+\frac{\eta}{D}\left[2bd - e\left(a \pm \sqrt{a^2-4b}\right)\right] + \frac{\xi}{D}\left[d\left(a \pm \sqrt{a^2-4b}\right) + 2be\right] + f.$$

La nullité des termes en y^2 et xy entraîne les deux équations de conditions :

$$4\xi\left(a^4 + a^2b^2 - 5a^2b + 4b^2 - 4b^3 \pm (a^3 - 3ab + ab^2)\sqrt{a^2-4b}\right) + cD\left[2a^2 - 4b \pm 2a\sqrt{a^2-4b}\right] = 0,$$
$$2\eta\left[a^4 + a^2b^2 - 5a^2b + 4b^2 - 4b^3 \pm (a^3 - 3ab + ab^2)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$+2\xi\left[-a^3 - 2a^3b - ab^3 + 6ab^2 + 3ab \mp (a^2 + 2a^2b + 3b^3 - 2b^2 - b)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$-bcD\left(a \pm \sqrt{a^2-4b}\right) = 0. \qquad (34)$$

Ces équations sont satisfaites, en tous cas, en laissant arbitraires les constantes $a, b, c \ldots f$; mais il n'en est plus de même si on y joint la condition que le coefficient de y soit nul ; car il faut poser alors :

$$8\xi\eta\left[a^4 + a^2b^2 - 5a^2b + 4b^2 - 4b^3 \pm (a^3 - 3ab + ab^2)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$+4\xi^2\left[-a^3 - 2a^3b - ab^3 + 6ab^2 + 3ab \mp (a^2 + 2a^2b + 3b^3 - 2b^2 - b)\sqrt{a^2-4b}\right]$$
$$+2cD\eta\left[2a^2 - 4b \pm 2a\sqrt{a^2-4b}\right] - 4bcD\xi\left(a \pm \sqrt{a^2-4b}\right)$$
$$+ D^2\left[2bd - e\left(a \pm \sqrt{a^2-4b}\right)\right] = 0, \qquad (35)$$

puis y remplacer ξ et η par leurs valeurs (34). Or, suivant qu'on donne au radical le signe + ou le signe —, les équations (34) donnent des valeurs différentes de ξ et η correspondant aux deux orientations pos-

sibles en dehors de celle qui a servi de point de départ. La formule (35) représente donc deux équations distinctes. On peut vouloir ne satisfaire que l'une d'elles, ou les satisfaire toutes deux. Les quantités d et e y entrent au premier degré. Si aucune de ces quantités n'est nulle d'avance, on peut déterminer l'une d'elles, en fonction des autres coefficients, au moyen d'une des équations, ou les déterminer toutes les deux au moyen des deux équations. Si au contraire $d=0$, on peut déterminer e au moyen de l'une des équations (35), ou e et c, qui est, lui du second degré, au moyen des deux équations (35). Cette détermination devient inutile si l'on a d'avance $c, d, e=0$, car alors $\xi=0$, $\eta=0$, et les équations (35) deviennent identiquement nulles. Il est donc acquis que, sur les trois orientations d'axes à équations réduites, il peut y en avoir une, deux ou trois pour lesquelles l'équation manque du terme en y, c'est-à-dire pour lesquelles, d'après le n° 7, le diamètre est une ligne droite.

Nous pouvons dès à présent procéder au classement de la famille II.

Famille II. — Genre IV.

Équation :

$$xy^2 + ax^2y + bx^3 + dy + ex = 0, \qquad a^2 - 4b > 0,$$

d différent de zéro.

Formules de transformation :

$$x = \frac{1}{D}\left(2bx' - (a \pm \sqrt{a^2-4b})\,y'\right), \qquad y = \frac{1}{D}\left((a \pm \sqrt{a^2-4b})\,x' + 2by'\right).$$

Centre. — Un.

Séries de parallèles coupant la courbe en deux points. — Trois.

Diamètres. — 3 : trois hyperboles concentriques à la courbe.

Asymptotes. — Trois, sécantes, communes à la courbe et aux diamètres.

Famille II. — Genre V.

Équation :

$$xy^2 + ax^2y + bx^3 + cx^2 + dy + ex + f = 0, \qquad a^2 - 4b > 0.$$

d différent de zéro; point d'autre condition particulière.

Formules de transformation :

$$x = \xi + \frac{1}{D}\left(2bx' - (a \pm \sqrt{a^2-4b})\,y'\right), \qquad y = \eta + \frac{1}{D}\left((a \pm \sqrt{a^2-4b})\,x' + 2by'\right).$$

Séries de parallèles coupant la courbe en deux points. — Trois.

Diamètres. — 3 : trois hyperboles.

Asymptotes. — Trois, sécantes, communes à la courbe et aux diamètres.

Famille II. — Genre VI.

Équation :

$$xy^2 + ax^2y + bx^3 + cx^2 + ex + f = 0, \qquad a^2 - 4b > 0,$$

e tout à fait indépendant ; f différent de zéro.

Formules de transformation :

$$x = \xi + \frac{1}{D}\left[2bx' - (a \pm \sqrt{a^2-4b})\,y'\right], \qquad y = \eta + \frac{1}{D}\left[(a \pm \sqrt{a^2-4b})\,x' + 2by'\right].$$

Séries de parallèles coupant la courbe en deux points. — Trois.

Diamètres. — 3 : une droite et deux hyperboles.

Asymptotes. — Trois, savoir : deux sécantes communes à la courbe et au diamètre (hyperbole) correspondant ; une non sécante.

FAMILLE II. — GENRE VII.

Équation :

$$xy^2 + ax^2y + bx^3 + cx^2 + ex + f = 0, \qquad a^2 - 4b > 0,$$

f toujours différent de zéro.

Formules de transformation :

$$x = \xi + \frac{1}{D}\left[2bx' - (a \pm \sqrt{a^2 - 4b})\, y'\right], \quad y = \eta + \frac{1}{D}\left[(a \pm \sqrt{a^2 - 4b})\, x' + 2by'\right].$$

Condition. — Le coefficient de y nul dans l'une des transformées, non dans l'autre.

Séries de parallèles coupant la courbe en deux points. — Trois.

Diamètres. — 3 : deux droites et une hyperbole.

Asymptotes. — Trois, savoir : deux non sécantes et une sécante, commune à la courbe et au diamètre hyperbolique.

FAMILLE II. — GENRE VIII.

Équation ;

$$xy^2 + ax^2y + bx^3 + cx^2 + ex + f = 0, \qquad a^2 - 4b > 0,$$

f toujours différent de zéro.

Formules de transformation :

$$x = \xi + \frac{1}{D}\left[2bx' - (a \pm \sqrt{a^2 - 4b})\, y'\right], \qquad y = \eta + \frac{1}{D}\left[(a \pm \sqrt{a^2 - 4b})\, x' + 2by'\right].$$

Conditions. — Le coefficient de y nul dans les deux transformées au moyen de l'équation (35) ou de c et e nuls.

Séries de parallèles coupant la courbe en deux points. — Trois.

Diamètres. — 3 : trois droites.

Asymptotes. — Trois non sécantes.

10. Les courbes de la famille III sont caractérisées par l'équation :

$$xy^2 + ax^2y + \frac{a^2}{4}x^3 + cx^2 + dy + ex + f = 0 \tag{36}$$

transformable en une autre équation (n° 5) :

$$x^2y + gx^3 + hy^2 + iy + jx + k = 0, \tag{37}$$

dont on ne peut pas en général faire disparaître le terme en y^2. Quand il existe, l'équation (37) résolue par rapport à y donne :

$$y = \frac{-x^2 - i \pm \sqrt{x^4 - 4ghx^3 + 2ix^2 - 4hjx + i^2 - 4hk}}{2h} \tag{38}$$

tandis qu'on a, si $h = 0$:

$$y + - \frac{gx^3 + jx + k}{x^2 + i}. \tag{39}$$

Donc, quand h diffère de zéro, il y a une seconde série de parallèles

coupées en deux points par la courbe ; et les cordes, ainsi déterminées, ont pour diamètre la parabole dont l'équation est :

$$y+\frac{x^2+i}{2h}=0. \qquad (40)$$

Quand au contraire $h=0$, il y a une série de parallèles coupées en un seul point par la courbe, et nécessairement $c=0$; la formule (29) devient indéterminée ainsi que nous l'avons fait observer au n° 7. Il n'y a plus d'asymptotes à l'infini ; mais si $i>0$, la formule (39) montre qu'il y a deux asymptotes imaginaires se réduisant à une seule réelle quand $i=0$, et k diffère de zéro ; enfin, s'il y a $i<0$, on a deux asymptotes réelles, parallèles entre elles, coupant l'axe des y aux points $x=\pm\sqrt{-i}$, que k soit nul ou non, pourvu que gx^3+jx+k ne soit pas divisible par x^2+i. Mais alors la courbe cesserait d'être une cubique.

Ces préliminaires posés, nous répartirons les courbes de la famille III dans les genres suivants :

Famille III. — Genre IX.

Équations :

$$1^\circ \; xy^2+ax^2y+\frac{a^2}{4}x^3+dy+ex=0,$$

$$2^\circ \; xy^2+gx^3+iy+jx=0,$$

$i>0$.

Centre. — Un.

Série de parallèles coupant la courbe en deux points. — Une.

Diamètre. — 1 : une hyperbole concentrique à la courbe.

Série de parallèles coupant la courbe en un seul point. — Une.

Asymptote. — Une, sécante, commune à la courbe et au diamètre.

Famille III. — Genre X.

Équations :

$$1^\circ \; xy^2+ax^2y+\frac{a^2}{4}x^3+dy+ex=0,$$

$$2^\circ \; xy^2+gx^3+iy+jx=0,$$

$i<0$.

Centre. — Un.

Série de parallèles coupant la courbe en deux points. — Une.

Diamètre. — 1 : une hyperbole concentrique à la courbe.

Série de parallèles coupant la courbe en un seul point. — Une.

Asymptotes. — Trois, une, sécante, commune à l'hyperbole diamètre et à la courbe, deux, parallèles entre elles, non sécantes.

Famille III. — Genre XI.

Équations :

$$1^\circ \; xy^2+ax^2y+\frac{a^2}{4}x^3+cx^2+dy+ex+f=0,$$

c, d, f différents de zéro.

$$2^\circ \; x^2y+gx^3+hy^2+iy+jx+k=0,$$

h différent de zéro.

Série de parallèles coupant la courbe en deux points. — Deux.

Diamètres. — 2 : une hyperbole et une parabole.

Asymptote. — Une seule, commune à la courbe et à l'hyperbole diamètre.

FAMILLE III. — GENRE XII.

Équations :

$$1^\circ\ xy^2 + ax^2y + \frac{a^2}{4}x^3 + cx^2 + ex + f = 0,$$

c, f différents de zéro.

$$2^\circ\ x^2y + gx^3 + hy^2 + iy + jx + k = 0,$$

h, k différents de zéro.

Séries de parallèles coupant la courbe en deux points. — Deux.

Diamètres. — 2 : une droite et une parabole.

Asymptote. — Une seule, non sécante.

FAMILLE III. — GENRE XIII.

Équations :

$$1^\circ\ xy^2 + ax^2y + \frac{a^2}{4}x^3 + dy + ex + f = 0,$$

d différent de zéro.

$$2^\circ\ x^2y + gx^3 + iy + jx + k = 0,$$

$i > 0$.

Série de parallèles coupant la courbe en deux points. — Une.

Diamètre. — 1 : une hyperbole.

Série de parallèles coupant la courbe en un seul point. — Une.

Asymptote. — Une, sécante, commune à la courbe et à l'hyperbole.

FAMILLE III. — GENRE XIV.

Équations :

$$1^\circ\ xy^2 + ax^2y + \frac{a^2}{4}x^3 + dy + ex + f = 0,$$

d différent de zéro.

$$2^\circ\ x^2y + gx^3 + jx + k = 0,$$

k différent de zéro.

Série de parallèles coupant la courbe en deux points. — Une.

Diamètre. — 1 : une hyperbole.

Série de parallèles coupant la courbe en un seul point. — Une.

Asymptotes. — Deux, une, sécante, commune à la courbe et à l'hyperbole, l'autre, non sécante.

FAMILLE III. — GENRE XV.

Équations :

$$1^\circ\ xy^2 + ax^2y + \frac{a^2}{4}x^3 + dy + ex + f = 0,$$

d différent de zéro.

$$2^\circ\ xy^2 + gx^3 + iy + jx + k = 0,$$

$i < 0$.

Série de parallèles coupant la courbe en deux points. — Une.

Diamètre. — 1 : une hyperbole.

Série de parallèles coupant la courbe en un seul point. — Une.

Asymptotes. — Trois, savoir : une, sécante, commune à la courbe et à l'hyperbole, deux, non sécantes, parallèles entre elles.

Famille III. — Genre XVI.

Équations :

$$1^\circ\ xy^2 + ax^2y + \frac{a^2}{4}x^3 + ex + f = 0,$$

e et f différents de zéro.

$$2^\circ\ x^2y + gx^3 + iy + jx + k = 0,$$

$i > 0$.

Série de parallèles coupant la courbe en deux points — Une.
Diamètre. — 1 : une droite.
Série de parallèles coupant la courbe en un seul point. — Une.
Asymptote. — Une seule, non sécante.

Famille III. — Genre XVII.

Équations :

$$1^\circ\ xy^2 + ax^2y + \frac{a^2}{4}x^3 + f = 0,$$

f différent de zéro.

$$2^\circ\ x^2y + gx^3 + k = 0,$$

k différent de zéro.

Série de parallèles coupant la courbe en deux points. — Une.
Diamètre. — 1 : une droite.
Série de parallèles coupant la courbe en un seul point. — Une.
Asymptotes. — Deux, non sécantes.

Famille III. — Genre XVIII.

Équations :

$$1^\circ\ xy^2 + ax^2y + \frac{a^2}{4}x^3 + ex + f = 0,$$

e et f différents de zéro.

$$2^\circ\ x^2y + gx^3 + iy + jx + k = 0,$$

$i < 0$.

Série de parallèles coupant la courbe en deux points. — Une.
Diamètre. — 1 : une droite.
Série de parallèles coupant la courbe en un seul point. — Une.
Asymptotes. — Trois, non sécantes, dont deux parallèles entre elles.

11. Ainsi que nous l'avons vu aux nos 2 et 3, les courbes de la famille IV sont toutes comprises dans l'équation :

$$x^3 + ly^2 + mxy + ny + px + q = 0. \qquad (41)$$

Ces courbes ont en effet une orientation unique pour laquelle le terme en y^3 disparaît, et cette orientation fait en même temps disparaître les termes en xy^2 et x^2y; de plus, on peut toujours disposer d'une quantité ξ et remplacer x par $x + \xi$ pour faire disparaître le terme en x^2, s'il existe ; mais on ne peut point faire évanouir les termes en y^2 et xy par un autre déplacement de l'origine. Il y a donc lieu de distinguer les courbes où l diffère de 0 de celles où $l = 0$. Dans le premier cas, on a :

$$y = \frac{-mx - n \pm \sqrt{-4lx^3 + m^2x^2 + (2mn - 4lp)x + n^2 - 4lq}}{2l} \qquad (42)$$

la courbe rencontre en deux points les parallèles à l'axe des y et n'a pas d'asymptote ; dans le second cas, on a :

$$y = \frac{-x^3 - px - q}{mx + n}; \tag{43}$$

la courbe rencontre en un seul point les parallèles à l'axe des xy, et, si m diffère de zéro, a nécessairement une asymptote correspondant à $x = \frac{-n}{m}$; car on ne peut pas supposer que $mx + n$ divise le numérateur ; ce serait supposer que la courbe est l'ensemble d'une droite et d'une parabole. Dès lors, les courbes de la famille IV se répartissent en quatre genres que voici :

Famille IV. — Genre XIX.

Équation :

$$x^3 + ny + px = 0,$$

n différent de zéro.

Centre. — Un.

Série de parallèles coupant la courbe en un seul point. — Une.

Famille IV. — Genre XX.

Équation :

$$x^3 + ly^2 + mxy + px + q = 0, *$$

l différent de zéro.

Série de parallèles coupant la courbe en deux points. — Une.

Diamètre. — 1 : une droite passant par l'origine.

Famille IV. — Genre XXI.

Équation :

$$x^3 + mxy + ny + px + q = 0,$$

m différent de zéro.

Série de parallèles coupant la courbe en un seul point. — Une.

Asymptote. — Une, non sécante.

Famille IV. — Genre XXII.

Équation :

$$x^3 + ny + px + q = 0,$$

n et q différents de zéro.

Série de parallèles coupant la courbe en un seul point. — Une.

12. Les résultats obtenus peuvent être récapitulés de la manière suivante :

Courbes douées de centre. — 5 genres, savoir : I, IV, IX, X, XIX.

Courbes ayant trois séries de bissectrices (droites coupant en deux points seulement) parallèles. — 5 genres, savoir : IV, V, VI, VII, VIII.

Courbes ayant deux séries de bissectrices parallèles. — 2 genres, savoir : XI et XII.

* On a supprimé ici le terme en y, parce que l'existence du terme en y^2 rend cette suppression toujours possible par un déplacement de l'origine.

Courbes ayant une série de bissectrices parallèles. — 12 genres, savoir : I, II, III, IX, X, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XX.

Courbes ayant trois diamètres hyperboles. — 2 genres, savoir : IV, V.

Courbes ayant deux diamètres hyperboles. — 1 genre, le genre VI.

Courbes ayant un diamètre hyperbole. — 9 genres, savoir : I, II, VII, IX, X, XI, XIII, XIV, XV.

Courbes ayant trois diamètres rectilignes. — 1 genre, le genre VIII.

Courbes ayant deux diamètres rectilignes. — 1 genre, le genre VII.

Courbes ayant un diamètre rectiligne. — 6 genres, savoir : III, VI, XVI, XVII, XVIII, XX.

Courbes ayant un diamètre parabole. — 2 genres, savoir : XI, XII.

Courbes ayant une série de parallèles unisécantes. — 11 genres, savoir : IX, X, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XXI, XXII.

Courbes ayant trois asymptotes. — 8 genres, savoir : IV, V, VI, VII, VIII, X, XV, XVIII.

Courbes ayant deux asymptotes. — 2 genres, savoir : XIV, XVII.

Courbes ayant une asymptote. — 9 genres, savoir : I, II, III, IX, XI, XII, XIII, XVI, XXI.

M. COCCOZ

Commandant d'artillerie en retraite, à Paris.

CARRÉS MAGIQUES IMPAIRS A ENCEINTES SUCCESSIVES

— Séance du 14 août 1886. —

Notre intention est d'essayer de montrer par un exemple que, malgré la condition à laquelle doivent satisfaire les carrés à enceintes successives, leur construction est très simple et très facile. Deux notes sur le même sujet ont déjà été insérées dans les comptes rendus de l'Association française; mais la question n'a été traitée qu'à un point de vue particulier, celui où, pour former une enceinte de rang déterminé, on se sert invariablement des mêmes éléments.

Dans la première de ces notes, M. Laquière ne s'est occupé que de l'enceinte extérieure du carré de 5 de base; aussi n'a-t-il trouvé que la 26ᵉ partie environ des carrés que l'on obtient en suivant les préceptes de Frenicle.

La méthode de M. Dommisse présentée au congrès de 1885 par

M. le professeur Schoute, a beaucoup d'analogie avec celles décrites dans l'un des mémoires de Lahire et dans les *Éléments de géométrie* d'Antoine Arnauld et du P. Prestet. — Elle ne se prête point à la formation des 1,770 types que comporte la série naturelle de 1 à 121 qui a servi à la démonstration.

Afin d'en faciliter la comparaison avec celle que nous nous proposons d'exposer succinctement, et qui est une sorte d'application aux carrés impairs du procédé qu'imagina en 1750 le comte d'Ons en Bray, dans le but de tourner la difficulté particulière aux impairements pairs, nous prendrons aussi pour type un carré divisé en 121 cellules.

Observations préliminaires. — On sait qu'avec neuf termes consécutifs ou en progression, on ne fait qu'un seul carré susceptible de recevoir huit orientations différentes; si la série est de 25 termes et qu'on se propose d'en mettre 9 en carré, il y a 26 solutions ayant au centre le même chiffre moyen que M. Schoute appelle caractéristique. La série de 1 à 49 donne 144 solutions, celle de 121 une quantité plus considérable, et l'on conçoit que l'un de ces carrés ayant été choisi, ou même pris au hasard, on en puisse former d'autres qui n'aient entre eux et avec lui aucun autre chiffre commun que le caractéristique 61 placé au centre.

Exemple de quatre carrés dont les lignes présentent la même somme 183, et pour la construction desquels il est employé 33 nombres différents. (On peut en faire 13 dans ces mêmes conditions en employant 105 nombres.)

	A			B			C			D	
62	119	2	66	107	10	67	103	13	69	97	17
1	61	121	5	61	117	7	61	115	9	61	113
120	3	60	112	15	56	109	19	55	105	25	53

Emploi des quatre carrés. — Un premier carré est mis tout entier dans les neuf cellules au milieu du carré à construire (fig. I); les huit nombres autres que 61, d'un second carré, sont employés à garnir, ceux des angles, les angles de l'une des enceintes (celle de 5 exceptée), et les quatre autres une cellule de chaque côté de cette même enceinte. On opère de la même manière avec le troisième et le quatrième carré pour remplir les cellules qui occupent des situations analogues dans les deux autres enceintes.

En consultant la figure I, on voit que le carré A, inversé, est placé au centre; que B est à l'enceinte extérieure; C dans celle de 9 et D dans celle de 7. — Les nombres y sont placés de manière que dans chaque ligne on retrouve la même somme 183.

Nombres disponibles. — On les range sur deux lignes, la première

comprenant les 44 inférieurs à 61, et la seconde leurs complémentaires.

4	6	8	11	. . . .	54	57	58	59
108	116	104	111	. . . .	68	65	64	63

Achèvement de l'enceinte de 7. — Désignons par a, b deux nombres non réciproquement complémentaires, plaçons-les dans les cellules vides d'un côté de cette enceinte ; prenons deux autres nombres a', b', aussi non réciproquement complémentaires, mais tels que $a' + b' = a + b$; mettons-les du côté opposé dans des cellules non correspondantes de celles où sont a et b. Il est clair que ces deux couples n'altéreront pas l'égalité que nous avons signalée plus haut, et qu'en mettant en regard de chaque nombre son complémentaire représenté par son analogue majuscule A, B, A′, B′, l'égalité persistera entre ces lignes qui, ainsi remplies, présenteront chacune $7 \times 61 = 427$.

Mettons deux nombres c, d dans deux cellules de l'un des deux côtés restant à remplir, et du côté opposé c', d' pris tels que $c' + d' = c + d$; puis en regard de chacun, son complémentaire C, D, C′, D′ ; l'enceinte de 7 sera exactement achevée.

Enceintes de 9 et de 11. — Ce qui précède dispense d'entrer dans de longs détails qui ne seraient que des redites. — La figure I montre, en effet, que des groupes ternaires égaux $e + f + g = e' + f' + g'$, et les complémentaires $E + F + G = E' + F' + G'$ achèvent deux côtés opposés de l'enceinte de 9 et deux autres groupes égaux $h+i+j=h'+i'+j'$, avec leurs complémentaires $H + I + J = H' + I' + J'$, les deux autres côtés.

L'enceinte suivante ayant de chaque côté huit cellules vides, on peut répéter deux fois l'opération décrite pour l'enceinte de 7, ou prendre immédiatement des groupes quaternaires égaux $o + p + q + r = o' + p' + q' + r'$, etc., etc.

La figure II a été composée en se servant des groupes :

Enceinte de 7, lignes verticales, $8 + 35 = 14 + 29$; horizontales, $23 + 30 = 26 + 27$;

Enceinte de 9, lignes verticales, $49 + 44 + 16 = 11 + 52 + 46$; horizontales, $50 + 47 + 18 = 56 + 38 + 21$;

Enceinte de 11, lignes verticales, $41 + 59 + 42 + 40 = 45 + 51 + 48 + 38$; horizontales, $54 + 12 + 4 + 24 = 6 + 22 + 32 + 35$.

Il n'y a plus qu'à former l'enceinte de 5 (fig. III, IV et V) avec les 16 nombres.

20	28	31	33	37	39	43	57
102	94	91	89	85	83	79	65

On en peut faire 3 avec ces nombres, l'une d'elles a été reportée figure II.

Enceinte de 5. — Elle se compose de si peu d'éléments que la méthode de Frenicle est le meilleur guide à suivre ; elle réussira toujours, en donnant souvent plusieurs solutions, si l'on a eu l'attention de se réserver, pour la faire, des nombres sans écarts trop grands et parmi lesquels il se trouve des impairs. D'ailleurs l'ordre des opérations est facultatif, on peut l'intervertir à son gré et faire en premier lieu, dans les conditions que l'on préfère, l'enceinte de 5 si l'on craint, par manque d'habitude, de ne pas savoir se ménager la certitude d'avoir au moins une solution.

Variations. — Une propriété des carrés à enceintes, c'est de ne pas perdre leur caractère quand on range, d'autant de manières qu'il est possible, les nombres inscrits dans un côté d'enceinte en même temps que leurs complémentaires, ni quand on donne aux enceintes intérieures une orientation différente.

Il en résulte que le carré (fig. II) conservant à ses angles : 66, 10, 56, 112, aurait pour le nombre N de ses variations :

$$N = C_9^2 \times C_7^2 \times C_5^2 \times 3C_3^2 \times 6 \times 8^4$$

formule dans laquelle l'indice de l'initiale C du mot combinaison est le chiffre le plus élevé de la suite naturelle commençant par l'unité. Ainsi C_9^2 représente $(1.\ 2.\ 3.\ 4.\ 5.\ 6.\ 7.\ 8.\ 9)^2$, soit à lui seul 131, 681, 894, 400.

Transformations. — Elles résultent de permutations de couples complémentaires pris 2 à 2, 3 à 3, etc., etc., appartenant à des côtés différents d'une même enceinte, ou d'enceintes différentes, par exemple : $5 + 74 = 79$, avec leurs complémentaires $117 + 48 = 165$ (enceinte de 11), sont échangeables avec $58 + 21 = 79$ et leurs complémentaires $64 + 101 = 165$ (enceinte de 9).

Enceintes jumelées. — Nous terminerons en faisant observer que des enceintes successives deviennent solidaires par une opération qui, généralement, doit être préparée.

Dans la figure II, il suffirait de déplacer $^{41}_{77}$ et $^{7}_{111}$, que nous avons rapprochés à dessein, pour que l'enceinte extérieure cessât d'être magique, ainsi que le carré de 9. — Le carré entier se trouverait composé d'une enceinte magique double encadrant un carré de 7 à enceintes successives.

Carrés magiques à enceintes successives.

Fig. I.

66	107	k	l	m	n	K′	L′	M′	N′	10
5	67	103	e	f	g	E′	F′	G′	13	117
o	7	69	97	a	b	A′	B′	17	115	O
Q′	H′	9						113	h′	q′
p	h	c		2	119	62		C	H	P
q	i	d		121	61	1		D	I	Q
r	j	C′		60	3	120		c′	J	R
O′	I′	D′						d′	i′	o′
P′	J′	105	25	A	B	a′	b′	53	j′	p′
R′	109	19	E	F	G	e′	f′	g′	55	r′
112	15	K	L	M	N	k′	l′	m′	n′	56

Fig. II.

66	107	54	12	4	24	116	100	90	88	10
5	67	103	50	47	18	64	86	101	13	117
41	7	69	97	23	30	96	95	17	115	81
77	111	9	28	89	85	83	20	113	11	45
59	49	8	31	2	119	62	91	114	73	63
42	44	35	65	121	61	1	57	87	78	80
40	16	108	79	60	3	120	43	14	106	82
71	70	93	102	33	37	39	94	29	52	51
74	86	105	25	99	92	26	27	53	46	48
84	109	19	72	75	104	58	36	21	55	38
112	15	68	110	118	98	6	22	32	34	56

Fig. III.

28	89	85	83	20
31				91
65				57
79				43
102	33	37	39	94

Fig. IV.

31	89	85	57	43
28				94
65				57
102				20
79	33	37	65	91

Fig. V.

43	31	85	89	57
20				102
83				39
94				28
65	91	37	33	79

M. J. DUPUIS

Proviseur honoraire à Saint-Germain-en-Laye.

LE NOMBRE GÉOMÉTRIQUE DE PLATON

— *Séance du 14 août 1886.* —

Les anciens philosophes nommaient *grande année* le temps après lequel les sept planètes qu'ils connaissaient devaient se retrouver aux mêmes points du ciel d'où elles étaient parties ensemble. « Le nombre parfait du temps est rempli, dit Platon dans le *Timée* (39, *d*), la grande année parfaite est révolue, lorsque les huit révolutions, de vitesses différentes, venant à s'achever ensemble, se retrouvent comme au premier point de départ... » Ces huit révolutions étaient celles de la lune, de Mercure, de Vénus, du soleil, de Mars, de Jupiter, de Saturne et des étoiles fixes.

Ils croyaient en outre que le monde politique a des retours périodiques comme le monde planétaire, c'est-à-dire qu'après un certain nombre de siècles, tous les événements, par une force invincible, devaient se reproduire dans le même ordre. Plutarque, commentant le passage précédent du *Timée,* dans le livre *Du Destin* qu'il dédie à Pison, son ami, s'exprime ainsi sur la grande année politique qu'il suppose la même que l'année astronomique (Cf. § 3) : « Dans cet espace de temps qui est déterminé et que perçoit notre intelligence, ce qui au ciel et sur la terre subsiste en vertu d'une nécessité primordiale, sera constitué dans le même état, et de nouveau toutes choses seront exactement rétablies selon leurs anciennes conditions.... Supposons, afin de rendre la chose plus claire en ce qui nous regarde, que ce soit par l'effet d'une disposition céleste que je vous écris en ce moment ces lignes et que vous faites ce que vous vous trouvez faire à cette heure, eh bien, quand sera revenue la même cause, avec elle reviendront les mêmes effets, et nous reparaîtrons pour accomplir les mêmes actes. Ainsi il en sera également pour tous les hommes. »

Platon, dans ses écrits, n'a pas désigné directement le nombre qui, selon lui, représentait cette grande année politique et exerçait une influence mystérieuse sur les mariages et les naissances. Il le voile avec intention pour le cacher au vulgaire, et fait intervenir les Muses qui, sur le ton de la plaisanterie, indiquent la suite des opérations à faire pour l'obtenir. (*République,* VIII, 546, *b, c.*)

Elles proposent d'abord une énigme dont voici l'énoncé :

« Il y a pour le divin engendré (ce sont les astres) une période qu'un nombre parfait embrasse ; mais pour l'humain, il y a un premier nombre qui est la somme de quatre produits générateurs et dominés, offrant trois intervalles ; ces quatre termes sont de ceux qui rendent semblable ou dissemblable, qui croissent ou qui décroissent, et ils ne donnent que des rapports analogues et rationnels. Parmi ces rapports, prenez le fond de l'épitrite [c'est-à-dire $\frac{4}{3}$]..... »

Quatre produits générateurs et dominés, qui croissent ou qui décroissent, et qui offrent *trois* intervalles, ne peuvent être que quatre nombres en progression par différence. L'un des trois intervalles de deux termes successifs est $\frac{4}{3}$.

Les progressions par différence qui avaient la plus grande importance au temps de Platon étaient le quaternaire pythagoricien 1, 2, 3, 4, dont la somme 10 était considérée comme le nombre le plus parfait, et la progression platonicienne quadruple 4, 8, 12, 16, beaucoup plus parfaite et plus riche, d'après le témoignage de Plutarque (*De la Création de l'âme dans le* « Timée », XIV, 1019, *c*).

Eh bien, cette progression 4, 8, 12, 16, dont la somme des termes est 40, satisfait parfaitement, comme nous allons le montrer, aux conditions de l'énigme proposée par les Muses.

Les quatre termes sont des produits générateurs et dominés : chacun d'eux, par l'addition de la raison 4, engendre le suivant ; et il est dominé par le précédent qui l'engendre de la même manière. Ils sont de ceux qui croissent ou qui décroissent, car la progression est croissante ou décroissante à volonté. Ils offrent trois intervalles qui sont, après réduction, 2, $\frac{3}{2}$ et $\frac{4}{3}$, fond de l'épitrite. Ces rapports sont rationnels, et comme ils représentent les consonances d'octave, de quinte et de quarte (découverte numérique faite par les Pythagoriciens avant Platon), ce sont des rapports musicaux, ils ont donc de l'analogie entre eux.

Ces termes sont-ils de ceux qui rendent semblable ou dissemblable ? Les Pythagoriciens appelaient produits semblables les produits dont les facteurs sont proportionnels (Euclide, *Éléments,* VII, déf. 22, et Théon, *Arithmétique,* I, 22). Or il est bien évident que si on multiplie un produit ab de deux facteurs par un carré 4, ou un produit abc de trois facteurs par un cube 8, ou un produit $abcd$ de quatre facteurs par une quatrième puissance 16, les produits, qui sont égaux à $2a \times 2b$, à $2a \times 2b \times 2c$, et à $2a \times 2b \times 2c \times 2d$, sont respectivement semblables à ab, à abc et à $abcd$. Donc, les trois termes 4, 8, 16, de la pro-

gression platonicienne sont de ceux qui rendent semblable ; quant au terme 12, qui n'est ni un carré, ni un cube, ni une autre puissance exacte, il n'est pas de ceux qui, employés comme multiplicateurs, peuvent donner un produit semblable au multiplicande.

Il est donc infiniment probable que le mot de l'énigme, c'est-à-dire le premier nombre du lieu mathématique de Platon, est 40, somme des termes de la progression platonicienne 4, 8, 12, 16. Pour nous, cette probabilité équivaut à une certitude.

Les Muses proposent ensuite un problème d'arithmétique dont voici l'énoncé :

« Parmi ces rapports, prenez d'abord le fond de l'épitrite [c'est-à-dire $\frac{4}{3}$], ajoutez-y 5. La somme $\left[\frac{4}{3} + 5\right]$, trois fois multipliée, offre deux harmonies, l'une carrée, 100 fois 100 [c'est-à-dire 10000], l'autre de même longueur [100], et dont le côté allongé égale 100 cubes de 3 [c'est-à-dire 2700], plus 100 carrés des diagonales rationnelles de 5, ces carrés étant diminués d'une unité [c'est-à-dire 100 (49 — 1) = 4800], ou 100 carrés des diagonales irrationnelles, ces carrés étant diminués de 2 unités [100 (50 — 2) = 4800]. C'est ce nombre géométrique tout entier [10000 + 100 (2700 + 4800) = 10000 + 750000 = 760000] qui a la vertu de présider aux générations meilleures ou pires... »

Nous avons inscrit entre crochets les nombres successifs que les Muses donnent à calculer. Nous allons montrer l'exactitude de ces nombres.

Et d'abord la diagonale de 5 étant la diagonale du carré dont le côté est 5, le carré de cette diagonale qui est irrationnelle est 25 + 25 = 50 ; et le plus grand carré contenu dans 50 étant 49, dont la racine est 7, le carré de la diagonale rationnelle de 5 est 49. Or on a 49—1 = 50—2 = 48.

De plus, les deux harmonies, l'une carrée, l'autre allongée, ne peuvent être que deux nombres dont l'un est un carré et l'autre un produit de deux facteurs inégaux. La première harmonie vaut, par hypothèse, 100 fois 100, et la seconde est de même longueur, donc un des facteurs de cette harmonie vaut 100. L'autre facteur vaut 100 fois le cube de 3, ou 2700, plus 100 carrés des diagonales rationnelles de 5, ces carrés étant diminués d'une unité, ou 100 carrés des diagonales irrationnelles, ces carrés étant diminués de 2, c'est-à-dire 100 fois (49 — 1) ou 100 fois (50 — 2) = 4800. Donc la seconde harmonie vaut 100 fois (2700 + 4800) = 100 fois 7500 = 750000. Et la somme des deux harmonies, ou le nombre géométrique, vaut 10000 + 750000 = 760000 ou 76 myriades. Ainsi :

LE NOMBRE GÉOMÉTRIQUE DE PLATON EST 76 MYRIADES.

Les Muses nous disent que la somme $\left(\frac{4}{3} + 5\right)$ ou $\frac{19}{3}$, trois fois multipliée, donne le nombre géométrique tout entier. En effet, en prenant 19 unités au lieu de 19 tiers, on multiplie par 3; en prenant ensuite 76 unités au lieu de 19 unités, on multiplie par 4; et en prenant enfin 76 myriades au lieu de 76 unités, on multiplie par 10000. Donc le nombre $\frac{19}{3}$, multiplié successivement par 3, 4 et 10000, c'est-à-dire *trois fois multiplié*, donne 76 myriades.

S'il y a là une petite énigme (le passage obscur en contient une dizaine), les mots « trois fois multiplié », employés par Platon, sont du moins très précis ; il faut soumettre 19 tiers à trois multiplications successives.

En résumé, Platon obtient le nombre géométrique en faisant la somme de l'harmonie carrée, 100 fois 100 ou 10000, et de l'harmonie allongée 7500×100 ou 750000. Il obtient d'ailleurs le plus grand facteur, 7500 ou 100 fois 75, de la seconde harmonie, en ajoutant 100 fois 27 à 100 fois 48. Il aura sans doute remarqué que dans le triangle prototype de Pythagore, de l'égalité $25 = 9 + 16$, on tire, en triplant les deux membres, $75 = 27 + 48$, d'où $7500 = 2700 + 4800$.

Le nombre géométrique s'obtient aussi, comme nous l'avons vu, en multipliant la somme $\left(\frac{4}{3} + 5\right)$ ou $\frac{19}{3}$ successivement par 3, 4 et 10000.

On a aussi $760\,000 = 19 \times 40 \times 1\,000$, c'est-à-dire que le nombre géométrique est le produit de trois facteurs dont l'un, 19, est le cycle de Méton, période après laquelle le soleil et la lune reviennent, relativement à la terre, aux mêmes positions ; l'autre, 40, égal à $4 + 8 + 12 + 16$, est le quaternaire platonicien ; et le troisième, 1000, est la période que Platon, dans le mythe d'Er l'Arménien, qui termine le Xe et dernier livre de la *République*, admet pour la transmigration des âmes.

On voit que Platon a eu soin de faire entrer dans la constitution de son nombre tous ceux qui de son temps avaient une certaine célébrité : 1° les côtés 3, 4, 5 du triangle rectangle de Pythagore ; 2° l'intervalle de quarte $\frac{4}{3}$, première consonance contenue dans l'octave ; 3° le cycle que Méton venait de découvrir ; 4° le quaternaire 40 égal à 4 fois $1 + 2 + 3 + 4$; 5° et enfin le nombre 7 (diagonale rationnelle de 5), nombre qui joue un si grand rôle dans les conceptions pythagoriciennes.

Voici le texte du lieu (Cf. les *Œuvres de Platon* traduites par Victor Cousin, t. X, p. 322) :

Ἔστι δὲ θείῳ μὲν γεννητῷ περίοδος ἣν ἀριθμὸς περιλαμβάνει τέλειος,

ἀνθρωπείῳ δὲ ἐν ᾧ πρώτῳ αὐξήσεις δυνάμεναί τε καὶ δυναστευόμεναι τρεῖς ἀποστάσεις, τέτταρας δὲ ὅρους λαβοῦσαι ὁμοιούντων τε καὶ ἀνομοιούντων καὶ αὐξόντων καὶ φθινόντων, πάντα προσήγορα καὶ ῥητὰ πρὸς ἄλληλα ἀπέφηναν· ὧν ἐπίτριτος πυθμὴν πεμπάδι συζυγεὶς δύο ἁρμονίας παρέχεται τρὶς αὐξηθείς, τὴν μὲν ἴσην ἰσάκις, ἑκατὸν τοσαυτάκις, τὴν δὲ ἰσομήκη μὲν, τῇ προμήκει δὲ, ἑκατὸν μὲν ἀριθμῶν ἀπὸ διαμέτρων ῥητῶν πεμπάδος δεομένων ἑνὸς ἑκάστων, ἀῤῥήτων δὲ δυεῖν, ἑκατὸν δὲ κύβων τριάδος. Ξύμπας δὲ οὗτος ἀριθμὸς γεωμετρικὸς, τοιούτου κύριος, ἀμεινόνων τε καὶ χειρόνων γενέσεων.

L'édition Didot présente, ligne 7 de notre texte, la leçon plus rare προμήκη δὲ, au lieu de προμήκει δὲ. Dans ce cas, c'est la seconde harmonie, et non l'un de ses facteurs, qui vaudrait $2700 + 4800 = 7500$. Cette leçon est inadmissible pour plusieurs raisons :

1° Le nombre géométrique serait alors 17500, somme des deux harmonies 10000 et 7500 ; or 17500, n'étant pas un multiple de 19, on aurait un nombre fractionnaire pour produit xyz des trois facteurs successifs par lesquels il faut multiplier $\frac{19}{3}$ pour obtenir le nombre géométrique. Car ce produit serait déterminé par l'équation :

$$\frac{19}{3} \times xyz = 17500, \text{ d'où } xyz = 17500 \times \frac{3}{19} = 2763 + \frac{3}{19}.$$

2° Le nombre 17500 ne vise aucune période connue du temps de Platon, aucun nombre remarquable.

3° ὁ μὲν, ὁ δὲ, signifient bien l'un, l'autre ; mais trouverait-on des exemples analogues à τὴν δὲ ἰσομήκη μὲν τῇ, pour dire « la seconde de même longueur que la première » ? Les hellénistes ne le pensent pas. Donc l'article τῇ n'est pas le régime de ἰσομήκη, donc il se rapporte à l'adjectif suivant qui est par conséquent au datif.

4° Enfin, et cette raison est la meilleure, les Muses nous disent que la première harmonie vaut 100 fois 100, et que la seconde est de même longueur, donc logiquement ce qui reste à trouver, c'est l'autre facteur de cette harmonie.

Nous terminerons ce résumé en indiquant les points nouveaux de la présente interprétation.

I. La remarque que quatre termes générateurs et dominés, croissants ou décroissants, présentant *trois* intervalles, sont les termes d'une progression par différence.

II. La remarque que les nombres qui rendent semblable sont les carrés, les cubes et les autres puissances.

III. La remarque que la première partie de la phrase des Muses est une énigme, et la seconde un problème d'arithmétique dont l'inconnue

est le produit des trois facteurs successifs par lesquels il faut multiplier $\frac{19}{3}$ pour obtenir le nombre géométrique.

IV. La découverte, dans les *Œuvres morales* de Plutarque, de la progression platonicienne 4, 8, 12, 16, qui répond parfaitement à toutes les conditions de l'énigme des Muses.

V. La raison de l'analogie des trois intervalles de cette progression : les rapports $2, \frac{3}{2}, \frac{4}{3}$ sont des nombres musicaux.

VI. La traduction du « fond de l'épitrite joint à 5 » par $\left(\frac{4}{3}+5\right)$ ou $\frac{19}{3}$: pour tous les traducteurs et pour tous les commentateurs, le fond de l'épitrite joint à 5 était la somme, le groupe ou le produit des nombres 3, 4, 5.

VII. L'interprétation de « trois fois multiplié » : il faut faire trois multiplications successives. Aristote, commentant ce passage, dit que « le nombre décrit est *solide* », c'est-à-dire un produit de trois facteurs au moins. (Cf. *La Politique,* liv. V, ch. x.)

VIII. La démonstration que des deux leçons προμήκει δὲ et προμήκη δὲ, la première est seule admissible.

IX. Les raisons probables qui ont fait choisir le nombre 76 myriades par Platon : c'est un multiple du nombre d'or 19, cycle de Méton, et c'est une fonction des côtés 3, 4, 5 du triangle rectangle de Pythagore, car on a $76 = \frac{19}{3} \times 12$; or $\frac{19}{3} = \frac{4}{3} + 5$ et $12 = 3 + 4 + 5$.

X. Enfin, la résurrection du nombre 76 myriades, après vingt siècles d'efforts infructueux de nombreux commentateurs.

M. V. JAMET

Professeur de mathématiques élémentaires au Lycée de Nantes.

NOTE SUR LES LIGNES ASYMPTOTIQUES D'UNE CATÉGORIE DE SURFACES

— Séance du 16 août 1886. —

Dans une note présentée à l'Académie royale de Belgique (*Bulletins*, décembre 1883), j'ai démontré quelques propositions générales sur les surfaces jouissant de la propriété suivante : les plans tangents à une

telle surface, tout le long d'une section plane, dont le plan passe par une droite fixe D, concourent en un même point, dont le lieu géométrique est une seconde droite Δ. Si je désire revenir aujourd'hui sur cette question, c'est afin d'en présenter l'étude sous une forme qui se prête mieux aux applications, et de développer quelques exemples.

1. Soient $P=0$, $Q=0$, les équations de deux plans contenant la droite D, $R=0$, $S=0$, les équations de deux plans passant par Δ; soit enfin :

$$F(P, Q, R, S)=0,$$

l'équation d'une des surfaces considérées; on pourra toujours supposer que F représente une fonction homogène. En outre, l'équation du plan tangent à cette surface, au point (p, q, r, s), sera :

$$P\frac{dF(p,q,r,s)}{dp}+Q\frac{dF(p,q,r,s)}{dq}+R\frac{dF(p,q,r,s)}{dr}+S\frac{dF(p,q,r,s)}{ds}=0.$$

Ce plan coupe la droite Δ en un point situé dans le plan dont l'équation est :

$$P\frac{dF}{dp}+Q\frac{dF}{dq}=0.$$

Celui-ci passe par la droite D, et doit être le même pour tous les points de la surface situés dans un même plan passant aussi par la droite D. Donc, le rapport :

$$\frac{dF}{dp}:\frac{dF}{dq},$$

dépend uniquement du rapport $\frac{p}{q}$, ce qui exige que la fonction F soit de la forme :

$$f_1(P, Q)-f_2(R, S),$$

f_1, f_2 désignant deux fonctions homogènes, qu'on peut toujours supposer de même degré.

2. Soit donc :

$$f_1(P, Q)=f_2(R, S), \tag{1}$$

l'équation d'une des surfaces considérées, et soient :

$$Q=tP, \qquad S=uR_1 \tag{2}$$

on pourra regarder l'équation de la surface comme résultant de l'élimination de t et de u entre les équations :

$$P^m f_1(1, t)=R^m f_2(1, u),$$

m désignant le degré des fonctions f_1, f_2.

Soient encore :

$$f_1(1, t)=T^m, \qquad f_2(1, u)=U^m,$$

écrivons l'équation (3) comme il suit :

$$\mathrm{TP} = \mathrm{RU}. \tag{4}$$

Cette forme nous sera utile dans la recherche de l'équation des lignes asymptotiques, que nous allons exposer succinctement.

Soient :

$$\begin{aligned} \mathrm{P} &= a_1 x + b_1 y + c_1 z + d_1, \\ \mathrm{Q} &= a_2 x + b_2 y + c_2 z + d_2, \\ \mathrm{R} &= a_3 x + b_3 y + c_3 z + d_3, \\ \mathrm{S} &= a_4 x + b_4 y + c_4 z + d_4, \end{aligned}$$

Soient aussi p, q les dérivées partielles, par rapport à x et y, de la fonction z définie par les équations (2) et (4).

Des équations (2), on déduit :

$$\begin{aligned} a_2 + c_2 p &= (a_1 + c_1 p)\, t + \mathrm{P}\frac{dt}{dx}, \\ a_4 + c_4 p &= (a_3 + c_3 p) u + \mathrm{R}\frac{du}{dx}; \end{aligned}$$

et de l'équation (4) :

$$\mathrm{T'P}\frac{dt}{dx} + \mathrm{T}\,(a_1 + c_1 p) = \mathrm{U'R}\frac{du}{dx} + \mathrm{U}\,(a_3 + c_3 p);$$

T′ et U′ désignant les dérivées, de T par rapport à t, de U par rapport à u.

On en conclut :

$$\begin{aligned} &\left[a_2 + c_2 p - (a_1 + c_1 p)\, t\right] \mathrm{T'} + \mathrm{T}\,(a_1 + c_1 p) \\ &= \left[a_4 + c_4 p - (a_3 + c_3 p)\, u\right] \mathrm{U'} + \mathrm{U}\,(a_3 + c_3 p), \end{aligned}$$

puis :

$$\begin{aligned} &\mathrm{T''}\left[a_2 + c_2 p - (a_1 + c_1 p)\, t\right] dt + \left[c_2 \mathrm{T'} + c_1\,(\mathrm{T} - t\mathrm{T'})\right] dp \\ &= \mathrm{U''}\left[a_4 + c_4 p - (a_3 + c_3 p)\, u\right] du + \left[c_4 \mathrm{U'} + c_3\,(\mathrm{U} - u\mathrm{U'})\right] dp. \end{aligned}$$

Pareillement, on trouverait :

$$\begin{aligned} &\mathrm{T''}\left[b_2 + c_2 q - (b_1 + c_1 q)\, t\right] dt + \left[c_2 \mathrm{T'} + c_1\,(\mathrm{T} - t\mathrm{T'})\right] dq \\ &= \mathrm{U''}\left[b_4 + c_4 q - (b_3 + c_3 q)\, u\right] du + \left[c_4 \mathrm{U'} + c_3\,(\mathrm{U} - u\mathrm{U'}\right] dq; \end{aligned}$$

puis encore, en tenant compte de l'équation des lignes asymptotiques :

$$\begin{aligned} dp\,dx + dq\,dy &= 0, \\ \mathrm{T''}\,(d\mathrm{Q} - t\,d\mathrm{P})\, dt &= \mathrm{U''}\,(d\mathrm{S} - u\,d\mathrm{R})\, du; \end{aligned}$$

et, en vertu des relations (2) :

$$\mathrm{T''P}\,dt^2 = \mathrm{U''R}\,du^2. \tag{5}$$

Enfin, combinant les équations (5) et (4), on trouve :

$$\frac{T''}{T}dt^2 = \frac{U''}{U}du^2,$$

ou

$$\sqrt{\frac{T''}{T}}dt = \pm\sqrt{\frac{U''}{U}}du.$$

Telle est l'équation différentielle qui définit les lignes asymptotiques.

3. L'équation (5) montre bien l'intérêt qu'il y a, dans cette étude, à connaître quelques propriétés générales de l'intégrale :

$$\omega = \int\sqrt{\frac{T''}{T}}dt,$$

où T désigne une fonction donnée de t. Voici une propriété qui se rapporte aux infinis et aux points racines de la fonction T. « S'il existe, dans le plan, un point a, tel que l'on ait identiquement :

$$T = (t - a)^{\mu} T_1;$$

ce point est un point singulier logarithmique de l'intégrale proposée, pourvu que la fonction T_1 soit monodrome, monogène, finie et continue dans le voisinage du point a, et que μ soit différent de 1. Si $\mu = 1$, et que la fonction T_1 remplisse les conditions ci-dessus, le point a est un point critique, analogue à ceux des intégrales elliptiques. » Le calcul à faire pour établir ce résultat n'offre aucune difficulté.

4. Parmi les diverses déterminations qu'on peut assigner à la fonction T, celle-là nous paraît particulièrement intéressante, qui consiste à établir entre les variables T et t une équation algébrique de nature à représenter une courbe unicursale, quand on regarde T et t comme les coordonnées d'un point du plan. Dans ce cas, l'intégrale ω se décompose, comme on va le voir, en une somme d'intégrales ultra-elliptiques.

Soient, en effet :

$$T = \frac{G}{K}$$

$$t = \frac{H}{K},$$

G, H, K désignant trois fonctions entières d'un même paramètre θ. Soient aussi G', H', K', G'', H'', K'' les dérivées des deux premiers ordres de ces trois fonctions par rapport à θ, et soient, comme précédemment, T' et T'' les deux premières dérivées de T par rapport à t. On trouvera successivement :

$$T' = \frac{\left(\frac{dT}{d\theta}\right)}{\left(\frac{dt}{d\theta}\right)} = \frac{KG' - GK'}{KH' - HK'},$$

$$T'' = \frac{\left(\frac{dT'}{d\theta}\right)}{\left(\frac{dt}{d\theta}\right)} = \frac{(KH' - HK')(KG'' - GK'') - (KG' - GK')(KH'' - HK'')}{(KH' - HK')^3} K^2;$$

par conséquent :

$$T'' = \frac{-\begin{vmatrix} G & H & K \\ G' & H' & K' \\ G'' & H'' & K'' \end{vmatrix} K^3}{(KH' - HK')^3},$$

puis :

$$d\omega = \sqrt{\frac{T''}{T}\frac{dt}{d\theta}}\, d\theta = \sqrt{\frac{\begin{vmatrix} G & H & K \\ G' & H' & K' \\ G'' & H'' & K'' \end{vmatrix}}{(HK' - KH')\, G}}\, . d\theta,$$

et puisque l'expression écrite sous le radical est une fonction rationnelle de θ, le théorème est démontré. En outre, on déduit immédiatement, de cette dernière expression, qu'aucune des intégrales dans lesquelles se décompose ω ne sera de troisième espèce, si l'équation :

$$(HK' - KH')\, G = 0, \tag{7}$$

n'a pas de racines multiples.

Il en est de même, si toute racine commune à l'équation (7) et à l'équation :

$$\begin{vmatrix} G & H & K \\ G' & H' & K' \\ G'' & H'' & K'' \end{vmatrix} = 0 \tag{8}$$

est, par rapport à l'équation (8) de degré p, et, par rapport à l'équation (7) de degré $p + 1$, toutes les autres racines de l'équation (7) étant des racines simples. Mais, à toute racine de l'équation (7), dont le degré de multiplicité, par rapport à celle-ci, dépasse de deux unités au moins le degré de multiplicité de la même racine par rapport à l'équation (8), correspond, dans le développement de ω, une somme d'intégrales de troisième espèce. Si la différence des degrés de multiplicité est $2q$ ou $2q + 1$, le nombre de ces termes est au plus égal à q.

5. En particulier, si l'on a :

$$G = A_1\theta^2 + 2B_1\theta + C_1$$
$$H = A_2\theta^2 + 2B_2\theta + C_2$$
$$K = \alpha\theta_2\, 2\beta\theta + \gamma,$$

on trouve :

$$d\omega = \sqrt{\frac{2\begin{vmatrix} A_1 & A_2 & \alpha \\ B_1 & B_2 & \beta \\ C_1 & C_2 & \gamma \end{vmatrix}}{\begin{bmatrix} B_2\theta + C_2 & \beta\theta + \gamma \\ A_2\theta + B_2 & \alpha\theta + \beta \end{bmatrix} (A_1\theta^2 + 2B_1\theta + C_1)}}\, d\theta,$$

et la fonction ω est une intégrale elliptique de première espèce.

Si l'on a, en même temps, quel que soit σ :

$$U = \frac{A_1\sigma^2 + 2B_1\sigma + C_1}{\alpha\sigma^2 + 2\beta\sigma + \gamma}$$

$$u = \frac{A_2\sigma^2 + 2B_2\sigma + C_2}{\alpha\sigma^2 + 2\beta\sigma + \gamma}$$

On trouve, pour la différentielle

$$\sqrt{\frac{U''}{U}}\,du,$$

une expression qui diffère de la précédente, uniquement en ce que θ y est remplacé par σ, et la recherche des lignes asymptotiques de la surface correspondante est ramenée à l'intégration d'une équation différentielle de la forme

$$\frac{d\theta}{\sqrt{\Phi(\theta)}} = \frac{d\sigma}{\sqrt{\Phi(\sigma)}}$$

Φ désignant une fonction entière, du quatrième degré. Il est à peine besoin de rappeler que, si l'on pose :

$$\Phi(\theta) = A + B\theta + C\theta^2 + D\theta^3 + E\theta^4,$$

l'équation ci-dessus admet l'intégrale

$$\sqrt{\Phi(\theta)} - \sqrt{\Phi(\sigma)} = \sqrt{a + D(\sigma + \theta) + E(\sigma + \theta)^2}$$

où a désigne une constante arbitraire.

6. Proposons-nous maintenant de former l'équation de la surface que nous venons d'étudier, et de trouver un mode de génération de celle-ci. Observons, à cet effet, que les hypothèses faites dans le paragraphe précédent reviennent à supposer qu'il existe, entre T et t, une relation de la forme

$$AT^2 + 2(Bt + D)T + Ct^2 + 2Et + F = 0 \tag{9}$$

et qu'il y a aussi, entre U et u, la relation

$$AU^2 + 2(Bu + D)U + Cu^2 + 2Eu + F = 0. \tag{10}$$

On obtiendra donc l'équation de la surface en éliminant T, t, U, u entre les équations (9), (10) et les équations (2) et (4) que nous transcrivons :

$$Q = tP, \qquad S = uR \tag{11}$$

$$TP = UR. \tag{12}$$

Or, si l'on élimine t entre l'équation (9) et la première des équations (11) ; si l'on pose, en outre :

$$TP = v,$$

on trouve

$$Av^2 + 2(BQ + DP)v + CQ^2 + 2EPQ + FP^2 = 0. \tag{13}$$

On trouvera de même :

$$Av^2 + 2(BS + DR)v + CS^2 + 2ERS + FR^2 = 0. \qquad (14)$$

Le résultat de l'élimination de v entre ces deux dernières équations est :

$$\begin{vmatrix} A & 2(BQ + DP) & CQ^2 + 2EPQ + FP^2 & 0 \\ 0 & A & 2(BQ + DP) & CQ^2 + 2EPQ + FP^2 \\ A & 2(BS + DR) & CS^2 + 2ERS + FR^2 & 0 \\ 0 & A & 2(BS + DR) & CS^2 + 2ERS + FR^2 \end{vmatrix} = 0.$$

Pour déduire, de ce qui précède, une définition géométrique de la surface étudiée, observons que, de l'équation (14), on déduit :

$$AT^2P^2 + 2(BS + DR)TP + CS^2 + 2ESR + FR^2 = 0. \qquad (15)$$

Cette équation représente un cône du second ordre ayant deux génératrices fixes, savoir : les intersections du plan dont l'équation est $P = 0$ avec les deux plans représentés par

$$CS^2 + 2ESR + FR^2 = 0; \qquad (16)$$

en outre, ce cône est tangent à deux plans fixes, dont l'équation est :

$$(BS + DR)^2 - A(CS^2 + 2ESR + FR^2) = 0. \qquad (17)$$

Donc, la conique représentée par l'équation (15) et l'équation $Q = tP$, coupe la droite D en deux points fixes, situés sur les deux plans définis par l'équation (16), et touche deux droites situées dans les deux plans dont l'équation est (17). Celles-ci coupent la droite D en deux points fixes et rencontrent la droite Δ en un même point mobile. Je dis que le lieu géométrique de la polaire de ce point, par rapport à cette conique, est un cône du second ordre, dont le sommet est sur la droite D. En effet, si l'on écrit l'équation (15) comme il suit :

$$(ATP + BS + DR)^2 - (BS + DR)^2 + A(CS^2 + 2ESR + FR^2) = 0,$$

on voit que la droite, dont nous cherchons le lieu géométrique, est dans le plan représenté par l'équation :

$$ATP + BS + DR = 0. \qquad (18)$$

Si l'on élimine T et t entre l'équation (18), l'équation

$$Q = tP,$$

et l'équation (9), on trouve :

$$(BS + DR)^2 - 2(BS + DR)(BQ + DP) + A(CQ^2 + 2EPQ + FP^2) = 0;$$

ou bien :

$$[B(S-Q)+D(R-P)]^2+A(CQ^2+2EPQ+FP^2)-(BQ+DP)^2=0,$$

ce qui démontre la proposition énoncée.

Donc la surface considérée peut être regardée comme étant le lieu géométrique d'une courbe du second degré passant par deux points fixes A, B, tangente aux deux droites suivant lesquelles son plan coupe deux plans fixes, en deux points situés sur une même génératrice d'une surface conique du second ordre, dont le sommet est *nécessairement* sur la droite A_1, A_2. — Nécessairement, car si l'on désigne par B_1, B_2 les points d'intersection de la droite A_1, A_2 avec les deux plans fixes, on reconnaît, sans difficulté, que ce sommet est un des deux points doubles de l'involution définie par les deux couples de points (A_1, A_2), (B_1, B_2).

Le cône du second ordre, ainsi défini, coupe la surface suivant deux coniques situées dans les deux plans représentés par l'équation (17). Chaque droite d'un tel plan, issue du point B_1 (ou B_2), est une tangente double de la surface, et la conique, située dans ce plan, est une ligne asymptotique. En outre, à cause de la réciprocité des deux droites D et Δ, réciprocité qui ressort immédiatement de l'équation

$$f_1(P, Q)=f_2(R, S),$$

la surface admet un second système de deux coniques jouissant de la même propriété. Elles sont situées dans un plan passant par la droite D.

Les points A_1, A_2 sont des points coniques de la surface. En chacun d'eux, le cône des tangentes est du second ordre : car, dans chacun des plans passant par la droite D, il y a deux coniques génératrices de la surface. Chacune d'elles est tangente aux droites d'intersection de son plan avec les plans (17), aux points où celles-ci sont coupées par les deux génératrices correspondantes du cône (15), et les tangentes à ces coniques engendrent le cône des tangentes. Ces deux cônes de tangentes ont une section plane commune, savoir le lieu des pôles de la droite $A_1 A_2$ par rapport aux coniques génératrices. En effet, on vérifie facilement que chacun de ces pôles est dans le plan contenant la droite Δ et le point conjugué harmonique du sommet du cône (15) par rapport aux points A_1, A_2.

Sur la droite Δ il existe évidemment un second couple de points coniques.

7. Revenons maintenant à l'équation différentielle

$$\sqrt{\frac{T''}{T}}\,dt=\pm\sqrt{\frac{U''}{U}}\,du.$$

Si l'on connaît son intégrale en termes finis, on pourra toujours trouver, au moyen de deux quadratures, une infinité de surfaces de même espèce dont les lignes asymptotiques auront la même équation; en effet soit

$$T_1 P = U_1 R$$

l'équation d'une telle surface; il suffit, pour que les lignes asymptotiques aient la même équation, que

$$\frac{U_1''}{U_1} = \frac{U''}{U} \qquad \text{et que} \qquad \frac{T_1''}{T_1} = \frac{T''}{T}.$$

Or, ces équations admettent pour intégrales

$$U_1 = AU \int_{u_0}^{u} \frac{du}{U^2} T_1 = BT \int_{t_0}^{t} \frac{dt}{T^2}.\text{*}$$

Si la relation qui définit la fonction U résulte de l'élimination d'un paramètre σ entre les deux équations

$$U = f(\sigma) \qquad u = \varphi(\sigma),$$

on trouve :

$$U_1 = A f(\sigma) \int_{\sigma_0}^{\sigma} \frac{\varphi^1(\sigma)}{f(\sigma)^2} d\sigma$$

avec $u = \varphi(\sigma)$.

Il en est de même de la fonction T.

Par exemple, si la fonction U est égale au quotient de deux polynômes G, K, entiers par rapport à σ, et que u soit le quotient des deux polynômes entiers H, K, on trouvera :

$$U_1 = A \frac{G}{K} \int_{\sigma_0}^{\sigma} \frac{KH' - HK'}{G^2} d\sigma$$

et la fonction U_1 sera la somme de deux parties, l'une, fonction rationnelle de σ, l'autre de la forme

$$A \frac{G}{K} \log (\sigma - \sigma_1)^{\alpha_1} (\sigma - \sigma_2)^{\alpha_2} (\sigma - \sigma_3)^{\alpha_3} \ldots (\sigma - \sigma_n)^{\alpha_n}$$

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \ldots \alpha_n$ désignant des constantes, $\sigma_1, \sigma_2 \ldots \sigma_n$ désignant les racines de l'équation $G = 0$.

* Voir *Nouvelle Correspondance mathématique*, t. V, p. 331 et 332.

M. ESCARY

Professeur au Prytanée militaire, à La Flèche.

SUR LA CONVERGENCE DE CERTAINES SÉRIES DOUBLES RENCONTRÉES PAR LAMÉ DANS LA THÉORIE ANALYTIQUE DE LA CHALEUR, A L'OCCASION DE LA SPHÈRE ET DES ELLIPSOÏDES DE RÉVOLUTION.

— *Séance du 18 août 1886.* —

INTRODUCTION

Parmi les diverses branches des mathématiques appliquées, la *Théorie analytique de la chaleur* est, sans contredit, une de celles qui, pendant ce siècle, ont fait faire le plus de progrès à l'analyse. D'abord, et en omettant les détails secondaires, le résultat le plus étendu acquis à l'analyse au moyen de la Théorie analytique de la chaleur, est la série de Fourier. Cette série, qui existait déjà dans la théorie des vibrations sonores, et sous un autre point de vue, en mécanique céleste où l'on développe une fonction donnée suivant les sinus et cosinus des multiples de la variable, a été, de la part de Dirichlet, l'objet d'un Mémoire extrêmement remarquable.

L'illustre géomètre en a effectivement démontré la convergence d'une manière rigoureuse, en sorte que, au point de vue de la représentation analytique d'une fonction arbitraire, cette série constitue aujourd'hui une espèce de principe d'analyse comparable au principe des vitesses virtuelles de la mécanique analytique.

Prenant encore comme point de départ la série au moyen de laquelle Laplace détermine, dans le livre III de la *Mécanique céleste,* les attractions des sphéroïdes peu différents de la sphère, Poisson a étendu la série de Fourier à la représentation d'une fonction arbitraire de deux angles, au moyen des fonctions sphériques X_n et Y_n. Poisson avait essayé de démontrer la convergence de la série obtenue, et de légitimer ainsi cette représentation d'une fonction, mais Dirichlet est encore le premier qui soit parvenu à une démonstration rigoureuse de cette importante proposition. Plusieurs géomètres sont revenus depuis sur cette même question; mais dans ce qui va suivre, nous nous référerons surtout à la belle analyse de Dirichlet (*Journal de Crelle,* t. XVII).

Vient ensuite Lamé qui, associant ingénieusement l'analyse à la géométrie, a introduit dans la science la notion de surfaces isothermes, laquelle l'a conduit synthétiquement à une théorie nouvelle et com-

plète des fonctions elliptiques, à une espèce de trigonométrie des nouvelles transcendantes. Cette notion de l'isothermie l'a encore conduit, analytiquement, à l'intégration des équations de la chaleur à l'égard des divers ellipsoïdes, dans les cas de l'homogénéité et de l'état stationnaire ou indépendant du temps; à la découverte des lois analytiques et géométriques qui régissent le système de coordonnées curvilignes formé par les surfaces du second ordre concentriques et homofocales; et enfin, à la belle méthode d'intégration qui consiste à remplacer dans les différents termes de la série de Fourier, les sinus et cosinus des multiples de la variable, par des produits dont les facteurs sont respectivement fonctions d'une seule variable indépendante.

Ces découvertes de Lamé, rapprochées des résultats antérieurement acquis à la théorie du potentiel, avec lesquels elles coïncident analytiquement, ont excité la sagacité des géomètres pendant plus de quarante ans. C'est ainsi que Jacobi, Chasles, Liouville, J. A. Serret, Michael Roberts, Heine, MM. Bertrand, Ossian Bonnet, Hermite et plusieurs autres ont fait le plus grand usage des coordonnées curvilignes et des recherches de Lamé aux divers points de vue de la mécanique, de la géométrie, de la recherche des surfaces orthogonales, et enfin, de l'analyse dans le sens le plus étendu.

Cependant l'analyse de Lamé, concernant l'intégration des équations de la chaleur, conservait encore bien des obscurités, en ce sens que les propriétés analytiques, la génération et le champ de variation de la variable indépendante des polynômes qu'elle met en jeu, restaient complètement inconnus. Il en résultait des difficultés insurmontables pour démontrer directement, et d'une manière rigoureuse, la convergence des séries obtenues par Lamé lui-même ; et, malgré les indications de Liouville, si bien prises dans la nature des choses, cette circonstance laissait encore des doutes sur les résultats définitifs de l'éminent géomètre. Nous pensons les avoir complètement dissipés en ce qui concerne les surfaces de révolution.

A cet effet, dans un premier Mémoire inséré dans le *Journal de mathématiques pures et appliquées,* nous sommes revenu à la source, c'est-à-dire à l'analyse de Laplace et aux perfectionnements qu'elle a reçus par Olinde Rodrigues et par Jacobi. Nous rapprochant ainsi de la théorie du potentiel, nous avons tout d'abord reconnu que les divers polynômes de Lamé se rapportant à la sphère et aux ellipsoïdes de révolution, naissent tous, sans exception, comme ceux de Laplace, du développement de puissances impaires et positives du potentiel et de fonctions absolument analogues, ou jouissant des mêmes propriétés analytiques. A l'égard de ces dernières fonctions, nous avons montré (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences,* t. LXXXVI,

p. 114) qu'on peut étendre au besoin, et autant qu'on le veut, le champ de variation de la variable indépendante.

Dans le Mémoire actuel, nous avons rapproché les résultats dont nous venons de parler, de la forme sous laquelle Jacobi a mis les fonctions Y_n, et nous avons été ainsi naturellement conduit à une génération des fonctions isothermes de Lamé, concernant les ellipsoïdes de révolution, au moyen de radicaux analogues à celui dont le développement de l'inverse donne naissance aux fonctions de Laplace.

La détermination précise du champ de variation de la variable indépendante dans ces diverses fonctions, nous a permis de rendre applicable aux séries doubles que Lamé a introduites dans l'analyse, à l'occasion des ellipsoïdes de révolution, la belle démonstration que Dirichlet a donnée de la convergence de la série de Laplace.

Dans cette génération se sont encore offertes d'elles-mêmes, des formes en intégrales définies de ces fonctions, et nous en avons profité pour obtenir les valeurs limites de ces divers polynômes, pour des valeurs indéfiniment croissantes de leurs degrés.

§ I. — Nouvelle forme des fonctions Y_n de Laplace.

Dans notre Mémoire inséré dans le *Journal de mathématiques pures et appliquées* (3e série, t. V, p. 47), nous avons donné la génération et les propriétés analytiques des divers facteurs dont Lamé s'est servi pour intégrer les équations de la chaleur, concernant la sphère et les ellipsoïdes de révolution. Ce résultat général nous a naturellement conduit à revenir à la forme sous laquelle Jacobi a mis la fonction Y_n de Laplace, savoir :

$$Y_n^1 = P_n X_n + 2\sum_{l=1}^{l=n} \frac{1.2.3\ldots n-l}{1.2.3\ldots n+l}(1-\mu^2)^{\frac{l}{2}}(1-\mu'^2)^{\frac{l}{2}} \times \frac{d^l P_n}{d\mu'^l}\cdot\frac{d^l X_n^1}{d\mu^l}\cos l(\varpi-\varpi'),$$

et à y introduire l'expression

$$M - \frac{\overset{(n-l)}{2l+1}}{2} = \frac{1.2.3.4\ldots l}{2^{n-l}1.2.3\ldots 2l.1.2.3\ldots n}\cdot\frac{d^{n+l}(\mu^2-1)^n}{d\mu^{n+l}},$$

qui est le coefficient de α^{n-l} dans le développement de

$$(1-2\alpha\mu+\alpha^2)^{-\frac{2l+1}{2}},$$

ordonné suivant les puissances ascendantes de α. On voit aisément,

après quelques réductions faciles, que cette fonction célèbre peut encore s'écrire :

$$Y_n = M^{(n)}_{-\frac{1}{2}} M'^{(n)}_{-\frac{1}{2}} + 2 \sum_{l=1}^{l=n} \frac{(1.3.5.7\ldots 2l-1)^2}{n+l.n+l-1\ldots n-l+1}$$
$$\times (1-\mu^2)^{\frac{l}{2}} (1-\mu'^2)^{\frac{l}{2}} M^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}} M'^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}} \cos l(\varpi - \varpi').$$

Cette nouvelle forme, peu différente de celle de Jacobi, va nous permettre de mieux reconnaître la nature des résultats de Lamé, et nous mettre sur la voie d'une génération des fonctions isothermes, analogue à celle des Y_n. Mais nous allons auparavant présenter quelques nouvelles remarques.

§ II. — Équation différentielle a laquelle satisfont les deux premiers facteurs de la fonction Y_n.

En observant que l'analyse de Lamé, concernant la recherche des polynômes entiers au moyen desquels il intègre les équations de la chaleur, offre une analogie évidente avec celle du Livre III de la *Mécanique céleste,* nous sommes encore amené à rechercher l'équation différentielle à laquelle satisfont les deux premiers facteurs de la fonction Y_n. A cet effet, nous poserons

$$u = (1-\mu^2)^{\frac{l}{2}}, \quad v = \frac{d^{n+l}(\mu^2-1)^n}{d\mu^{n+l}}, \quad y = uv.$$

On a d'abord

$$y' = uv' + vu',$$
$$y'' = uv'' + 2u'v' + vu''.$$

Puis, posant encore

$$z = (\mu^2-1)^n,$$

d'où

$$z'(\mu^2-1) = 2n\mu(\mu^2-1)^n;$$

on aura, en différentiant $n+l+1$ fois de suite les deux membres de cette égalité en appliquant une règle connue due à Leibnitz, et en ayant égard à la valeur de v,

$$(\mu^2-1)v'' + 2(l+1)\mu v' - (n-l)(n+l+1)v = 0. \qquad (1)$$

Maintenant on a

$$u' = -l\mu(1-\mu^2)^{\frac{l-2}{2}}, \quad u'' = -l(1-\mu^2)^{\frac{l-2}{2}} + l(l-2)\mu^2(1-\mu^2)^{\frac{l-4}{2}},$$
$$v' = \frac{y'-vu'}{u}, \qquad v'' = \frac{y''-2u'v'-vu''}{u}.$$

En portant ces valeurs dans l'équation (1), on trouve immédiatement, toute réduction faite,

$$(1-\mu^2)^2 y'' + \frac{1}{2}\left[(1-\mu^2)^2\right]' y' + \left[n(n+1)(1-\mu^2) - l^2\right] y = 0. \quad (2)$$

En posant, pour abréger,

$$P_l^{(n)} = (1-\mu^2)^{\frac{l}{2}} M^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}},$$

l'équation (2) a pour intégrale générale

$$y = AP_l^{(n)} + BP_l^{(n)} \int \frac{d\mu}{(P_l^{(n)})^2 (1-\mu^2)}, \quad (3)$$

A et B étant deux constantes arbitraires.

En appliquant, au moyen de l'équation (1), le raisonnement employé par M. Hermite à l'égard de la fonction X_n de Legendre (*Cours d'analyse de l'École polytechnique,* t. I, p. 448), on trouve que la partie transcendante de l'intégrale (3) se réduit à $M \log \frac{\mu+1}{\mu-1}$, M étant un coefficient constant. Par conséquent, cette intégrale est une fonction uniforme, tant que le module de μ reste inférieur à l'unité.

C'est en dégageant ces équations aux différentielles ordinaires (1) et (2), de l'équation générale aux dérivées partielles du second ordre de la *Théorie analytique de la chaleur,* au moyen d'un heureux choix de variables et de la belle méthode d'intégration dont l'analyse lui est redevable, que Lamé est arrivé à intégrer cette dernière équation, dans les cas de la sphère et des divers ellipsoïdes.

§ III. — Démonstration de la convergence de la série double rencontrée par Lamé a l'occasion de la sphère.

Les résultats précédents, ou plutôt les analogies qu'ils signalent, mettent sur la voie pour démontrer la convergence de la série double

$$F(\psi,\mu) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \sum_{l=0}^{l=n} \frac{\int_{-1}^{+1} P_l^{(n)}(\mu) P_l^{(n)}(\mu')\, d\mu' \int_{+\pi}^{+\pi} F(\psi',\mu') \cos l(\psi-\psi')\, d\psi'}{\omega_l p_l^{(n)}},$$

où l'on a nécessairement $l \leqq n$ (Lamé, *Leçons sur les fonctions inverses*, etc., p. 241).

En effet, en mettant à la place de $P_l^{(n)}$ et $p_l^{(n)}$ les valeurs, savoir :

$$P_l^{(n)} = (1-\mu^2)^{\frac{l}{2}} M^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}}$$

et

$$p_l^{(n)} = \frac{2}{2n+1} \cdot \frac{n+l.\,n+l-1\ldots 2l+1}{1.2.3.4\ldots n-l} \cdot \frac{2.4.6\ldots 2l}{1.3.5\ldots 2l-1}\,*,$$

et enfin π à la place de ω_l, le terme général de cette série s'écrit, après quelques réductions faciles,

$$\mathrm{T} = \frac{2n+1}{4\pi} \cdot 2 \frac{(1.3.5\ldots 2l-1)^2}{n+l.\,n+l-1\ldots n-l+1}$$
$$\int_{-1}^{+1} \mathrm{P}_l^{(n)}(\mu)\, \mathrm{P}_l^{(n)}(\mu')\, d\mu' \int_{-\pi}^{+\pi} \mathrm{F}(\psi', \mu') \cos l(\psi - \psi')\, d\psi'.$$

En effectuant l'opération indiquée par le signe sommatoire $\sum_{l=0}^{l=n}$, et en se rappelant que pour $l=0$, on a $\omega_0 = 2\pi$, on obtient

$$\mathrm{F}(\psi, \mu) = \frac{1}{4\pi} \sum_{n=0}^{n=\infty} (2n+1) \int_{-1}^{+1} \int_{-\pi}^{+\pi} \Bigg[\mathrm{M}^{(n)}_{-\frac{1}{2}} \mathrm{M}'^{(n)}_{-\frac{1}{2}}$$
$$+ 2 \sum_{l=1}^{l=n} \frac{(1.3.5\ldots 2l-1)^2}{n+l.\,n+l-1\ldots n-l+1} (1-\mu^2)^{\frac{l}{2}} (1-\mu'^2)^{\frac{l}{2}} \mathrm{M}^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}} \mathrm{M}'^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}}$$
$$\times \cos l(\psi - \psi') \Bigg] \mathrm{F}(\psi', \mu')\, d\mu'\, d\psi',$$

ou bien,

$$\mathrm{F}(\psi, \mu) = \frac{1}{4\pi} \sum_{n=0}^{n=\infty} (2n+1) \int_{0}^{\pi} \sin\theta' d\theta' \int_{-\pi}^{+\pi} \mathrm{Y}_n \mathrm{F}(\theta', \psi')\, d\psi',$$

série dont la convergence a été établie par plusieurs géomètres, et notamment par Dirichlet, qui y est parvenu au moyen d'une analyse extrêmement belle.

La fonction qui donne la température des points intérieurs d'un corps solide homogène limité par une sphère, dans l'état stationnaire ou indépendant du temps, s'exprime, comme on sait, par cette même série dans laquelle il entre, en outre, sous le signe sommatoire, le facteur $\left(\frac{\rho}{r}\right)^n$ qui n'en détruit pas la convergence. Car les puissances successives de $\frac{\rho}{r}$ forment une progression géométrique décroissante et on sait que *si deux séries* $s = \sum_{n=0}^{n=\infty} \mathrm{Z}_n$ et $t = \sum_{n=0}^{n=\infty} \left(\frac{\rho}{r}\right)^n$ *sont absolument convergentes, la série formée par les produits deux à deux de leurs*

* Voir mon mémoire sur ces fonctions, *Journal de mathématiques*, 3e série, t. V, p. 60.

termes, est absolument convergente. Ce théorème est applicable *à fortiori* au cas qui nous occupe.

§ IV. — Génération des fonctions isothermes de Lamé, relatives aux ellipsoïdes de révolution.

La forme que nous avons donnée, § I, à la fonction Y_n, nous fait songer à une génération des fonctions isothermes de Lamé, renfermant chacune $2n+1$ constantes arbitraires, au moyen d'un radical analogue à celui qui exprime l'inverse de la distance de deux points. On obtient ainsi le premier type des polynômes de Lamé, celui que l'éminent géomètre a désigné par la notation $P_l^{(n)}$.

Si l'on se reporte, en effet, à la méthode employée par Jacobi à l'égard des fonctions Y_n, on devine sans peine les substitutions que l'on doit faire, pour atteindre le but, dans les deux membres de l'identité dont l'illustre géomètre allemand a fait usage. Effectivement, si dans les deux membres de l'égalité,

$$\frac{1}{\sqrt{A^2+B^2+C^2}}=\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{d\theta}{A+iB\cos\theta+iC\sin\theta}, \tag{4}$$

on fait successivement les substitutions suivantes :

$$\left.\begin{aligned} A&=\operatorname{tg} h\beta - it.\operatorname{tg}\gamma,\\ B&=\text{séc}\, h\beta\cos\varpi = t\,\text{séc}\,\gamma\cos\varpi',\\ C&=\text{séc}\, h\beta\sin\varpi - t\,\text{séc}\,\gamma\sin\varpi',\end{aligned}\right\} \tag{I}$$

$$\left.\begin{aligned} A&=\operatorname{tg} h\alpha - t\cos h\gamma,\\ B&=\text{séc}\, h\alpha\cos\varpi - it\,\text{coséc}\, h\gamma\cos\varpi',\\ C&=\text{séc}\, h\alpha\sin\varpi - it\,\text{coséc}\, h\gamma\sin\varpi',\end{aligned}\right\} \tag{II}$$

on obtient les développements suivants :

$$\begin{aligned}&\left[1-2t\left(\operatorname{tg} h\beta.\, i\operatorname{tg}\gamma+\text{séc}\, h\beta\,\text{séc}\,\gamma\cos(\varpi-\varpi')\right)+t^2\right]^{-\frac{1}{2}}\\ &\quad=\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{i^n}{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\left[\operatorname{tg}\gamma+\text{séc}\,\gamma\cos(\varpi'=\theta)\right]^n d\theta}{\left[\operatorname{tg} h\beta+i\,\text{séc}\, h\beta\cos(\varpi-\theta)\right]^{n+1}}t^n,\end{aligned} \tag{5}$$

$$\begin{aligned}&\left[1-2t\left(\operatorname{tg} h\alpha\cot h\gamma+i\,\text{séc}\, h\alpha\,\text{coséc}\, h\gamma\cos(\varpi-\varpi')\right)+t^2\right]^{-\frac{1}{2}}\\ &\quad=\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\left[\cot h\gamma-\text{coséc}\, h\gamma\cos(\varpi'-\theta)\right]^n d\theta}{\left[\operatorname{tg} h\alpha+i\,\text{séc}\, h\alpha\cos(\varpi-\theta)\right]^{n+1}}t^n.\end{aligned} \tag{6}$$

On sait que l'identité (4) a lieu tant que la quantité sous le signe ne devient pas infinie entre les limites de l'intégration. Dans le développement (5) cette dernière circonstance ne peut jamais se présenter avec les valeurs que nous avons attribuées à A, B, C ; car, pour qu'elle eût lieu, on devrait avoir séparément et simultanément

$$\operatorname{tg} h\beta = 0,$$

$$t\left(\operatorname{tg}\gamma + \operatorname{séc}\gamma \cos(\theta - \varpi')\right) - \operatorname{séc} h\beta \cos(\theta - \varpi) = 0,$$

équations qui ne peuvent pas subsister en même temps, puisque β est nécessairement différent de zéro. Donc le développement (5) constitue une identité.

On peut d'ailleurs parvenir à cette conclusion d'une autre manière. On sait (Bertrand, *Calcul différentiel et intégral*, t. II, p. 160) que l'égalité

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{dx}{1 - D\cos x - E\sin x} = \frac{1}{\sqrt{1 - D^2 - E^2}},$$

dans laquelle $D = a + a'\sqrt{-1}$, $E = b + b'\sqrt{-1}$ est une identité lorsque l'on a :

$$(ab' - ba')^2 < a'^2 + b'^2. \qquad (\alpha)$$

Or, dans notre exemple, l'expression $\frac{1}{A + iB\cos\theta + iC\sin\theta}$ peut s'écrire

$$\frac{1}{\operatorname{tg} h\beta - it\operatorname{tg}\gamma} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\operatorname{séc} h\beta \cos\varpi - t\operatorname{séc}\gamma\cos\varpi'}{t\operatorname{tg}\gamma + i\operatorname{tg} h\beta}\cos\theta - \frac{\operatorname{séc} h\beta\sin\varpi - t\operatorname{séc}\gamma\sin\varpi'}{t\operatorname{tg}\gamma + i\operatorname{tg} h\beta}\sin\theta};$$

en posant

$$D = \frac{t\operatorname{tg}\gamma(\operatorname{séc} h\beta\cos\varpi - t\operatorname{séc}\gamma\cos\varpi')}{t^2\operatorname{tg}^2\gamma + \operatorname{tg} h^2\beta} + i\frac{\operatorname{tg} h\beta(t\operatorname{séc}\gamma\cos\varpi' - \operatorname{séc} h\beta\cos\varpi')}{t^2\operatorname{tg}^2\gamma + \operatorname{tg} h^2\beta}$$

$$E = \frac{t\operatorname{tg}\gamma(\operatorname{séc} h\beta\sin\varpi - t\operatorname{séc}\gamma\sin\varpi')}{t^2\operatorname{tg}^2\gamma + \operatorname{tg} h^2\beta} + i\frac{\operatorname{tg} h\beta(t\operatorname{séc}\gamma\sin\varpi' - \operatorname{séc} h\beta\sin\varpi)}{t^2\operatorname{tg}^2\gamma + \operatorname{tg} h^2\beta}.$$

L'inégalité précédente (α) appliquée à ces dernières valeurs de D et de E, donne sur-le-champ, après quelques réductions faciles,

$$0 < t^2\operatorname{séc}^2\gamma + \operatorname{séc} h^2\beta - 2t\operatorname{séc}\gamma\operatorname{séc} h\beta\cos(\varpi - \varpi').$$

Cette dernière inégalité est manifestement vérifiée. En effet, le second membre est le carré du côté opposé à l'angle $\varpi - \varpi'$, dans le triangle

dont les deux autres côtés sont t séc γ et séc hβ, et la construction de ce triangle est toujours possible.

Nous pouvons aussi toujours disposer du paramètre t, qui est absolument arbitraire, de manière que le développement (6) forme une identité. En effet, pour que la quantité sous le signe, dans l'égalité (4), fût infinie entre les limites de l'intégration, il faudrait que l'on eût

$$t \operatorname{coséc} h\gamma \cos(\theta - \varpi') - t \cot h\gamma + \operatorname{tg} h\alpha = 0,$$
$$\operatorname{séc} h\alpha \cos(\theta - \varpi) = 0.$$

Ces deux équations donnent

$$\cos\theta = \frac{\sin\varpi\,(t \cot h\gamma - \operatorname{tg} h\alpha)}{t \operatorname{coséc} h\gamma \cos(\varpi - \varpi')},$$
$$\sin\theta = \frac{\cos\varpi\,(\operatorname{tg} h\alpha - t \cot h\gamma)}{t \operatorname{coséc} h\gamma \cos(\varpi - \varpi')}.$$

Or, pour que l'égalité (6) ait lieu, l'inégalité (α) doit être vérifiée, et dans le cas actuel, elle devient

$$(t \cot h\gamma - \operatorname{tg} h\alpha)^2 > t^2 \operatorname{coséc} h^2\gamma \cos^2(\varpi - \varpi').$$

Cette inégalité sera toujours satisfaite si l'on choisit t, ce qui est toujours possible et permis, de façon à avoir

$$\frac{\operatorname{tg} h\alpha}{\cot h\gamma - \operatorname{coséc} h\gamma \cos(\varpi - \varpi')} < t < \frac{\operatorname{tg} h\alpha}{\cot h\gamma + \operatorname{coséc} h\gamma \cos(\varpi - \varpi')},$$

en supposant $\cos(\varpi - \varpi') > 0$, et cette inégalité double devrait avoir lieu en sens contraire si l'on avait $\cos(\varpi - \varpi') < 0$.

A cause de l'indétermination de t, qui remplit ici l'office de paramètre propre à rendre possible le développement d'une fonction du genre de celles que nous considérons, au moyen de l'identité (4), on voit qu'on peut attribuer à A, B, C bien d'autres valeurs, et avoir bien des développements composés de fonctions de natures diverses. Sans chercher ici à multiplier les exemples, nous nous bornerons aux deux que nous venons d'indiquer, lesquels conduisent, comme nous allons le voir, avec quelques changements de variables indépendantes au besoin, aux diverses fonctions introduites par Lamé dans la *Théorie analytique de la chaleur,* à l'occasion des ellipsoïdes de révolution.

§ V. — Premier type des polynômes de Lamé.

En posant :

$$\begin{aligned}&\left[\operatorname{tg}\gamma + \operatorname{séc}\gamma \cos(\varpi' - \theta)\right]^n \\ &= R_n + 2R'_n \cos(\varpi' - \theta) + 2R''_n \cos 2(\varpi' - \theta) + \ldots, \\ &\left[\operatorname{tg} h\beta + i \operatorname{séc} h\beta \cos(\varpi - \theta)\right]^{n-1} \\ &= M_n + 2i M'_n \cos(\varpi - \theta) - 2M''_n \cos 2(\varpi - \theta) + \ldots,\end{aligned} \qquad (7)$$

et en désignant par U_n l'intégrale définie qui figure au second membre de l'identité (5), on trouve :

$$U_n = i^n \left[M_n R_n + 2 \sum_{l=1}^{l=n} i^l M_n^{(l)} R_n^{(l)} \cos l(\varpi - \varpi') \right].$$

En suivant la méthode employée par Jacobi dans son mémoire sur les fonctions de Y_n, on arrive encore aisément à trouver les valeurs de $M_n^{(l)}$, $R_n^{(l)}$, et à donner une forme nouvelle à la fonction U_n. Ce résultat découle, en effet, de la remarque des identités, analogues à celles de Jacobi, savoir :

$$\left[(\zeta + z)^2 + 1\right]^n = 2^n z^n \left[\operatorname{tg} \gamma + \operatorname{séc} \gamma \cos(\varpi' - \theta)\right]^n,$$
$$\left[(\eta + z)^2 - 1\right]^{-n-1} = (2z)^{-n-1} \left[\operatorname{tg} h\beta + i \operatorname{séc} h\beta \cos(\varpi - \theta)\right]^{-n-1}, \tag{8}$$

obtenues en posant respectivement :

$$\operatorname{tg} \gamma = \zeta, \qquad \operatorname{séc} \gamma e^{i(\varpi' - \theta)} = z,$$
$$\operatorname{tg} h\beta = \eta, \qquad i \operatorname{séc} h\beta e^{i(\varpi - \theta)} = z. \tag{9}$$

Car, en développant les premiers membres des identités (8) au moyen de la série de Taylor, et en se servant, à l'égard des seconds, des relations (7) où l'on remplace les cosinus par des exponentielles, qu'on élimine ensuite à l'aide des relations (9), on trouve, en identifiant les coefficients de z^{n+l},

$$R_n^{(l)} = \frac{1}{2^n \Gamma(n + l + 1)} (1 + \zeta^2)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l} (\zeta^2 + 1)^n}{d\zeta^{n+l}},$$
$$M_n^{(l)} = (-1)^l \frac{\Gamma(n - l + 1)}{2^n \Gamma(n + 1)^2} (1 - \eta^2)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l} (\eta^2 - 1)^n}{d\eta^{n+l}}.$$

En portant ces valeurs dans l'expression de U_n, et en observant que, pour $l = 0$, on a :

$$R_n^{(o)} = \frac{1}{2^n \Gamma(n + 1)} \cdot \frac{d^n (\zeta^2 + 1)^n}{d\zeta^n} = R_{-\frac{1}{2}}^{(n)},$$
$$M_n^{(o)} = \frac{1}{2^n \Gamma(n + 1)} \cdot \frac{d^n (\eta^2 - 1)^n}{d\eta^n} = M_{-\frac{1}{2}}^{(n)},$$

on trouve, en adoptant les notations du § I, et en effectuant les mêmes réductions,

$$U^n = i^n \left[M_{-\frac{1}{2}}^{(n)} R_{-\frac{1}{2}}^{(n)} + 2 \sum_{l=1}^{l=n} \frac{(1.3.5\ldots 2l - 1)^2}{n + l . n + l - 1 \ldots n - l + 1} \right.$$
$$\left. \times (\eta^2 - 1)^{\frac{l}{2}} (1 + \zeta^2)^{\frac{l}{2}} M_{-\frac{2l+1}{2}}^{(n-l)} R_{-\frac{2l+1}{2}}^{(n-l)} \cos l(\varpi - \varpi') \right].$$

Dans le second membre de cette égalité, $M^{(n-l)}_{\frac{-2l+1}{2}}$ est le coefficient de t^{n-l} dans le développement de $(1-2\eta t+t^2)^{\frac{-2l+1}{2}}$ ordonné suivant les puissances ascendantes de t, et $R^{(n-l)}_{\frac{-2l+1}{2}}$ est, à une puissance près de l'imaginaire i, le coefficient correspondant dans le développement de $(1-2i\zeta t+t^2)^{\frac{-2l+1}{2}}$, ordonné de la même manière*.

Si, dans le développement (6), on pose encore

$$\cot h\gamma = \zeta, \qquad \operatorname{coséc} h\gamma e^{i(\varpi'-\theta)} = z,$$
$$\operatorname{tg} h\alpha = \xi, \qquad i \operatorname{séc} h\alpha e^{i(\varpi-\theta)} = z,$$

on trouve semblablement :

$$V_n = N^{(n)}_{-\frac{1}{2}} R^{(n)}_{-\frac{1}{2}} + 2\sum_{l=1}^{l=n} \frac{(1.3.5\ldots 2l-1)^n}{n+l.n+l-1\ldots n-l+1}(1-\xi^2)^{\frac{l}{2}}(1-\zeta^2)^{\frac{l}{2}}$$
$$\times N^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}} R^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{0}} \cos l(\varpi-\varpi').$$

Les polynômes $N^{(n-l)}_{\frac{-2l+1}{2}}$, $R^{(n-l)}_{\frac{-2l+1}{2}}$ ont la même forme que celui $M^{(n-l)}_{\frac{-2l+1}{2}}$ qui figure dans la valeur de U_n.

§ VI. — Équations différentielles caractérisant le premier type des polynômes de Lamé. — Génération du troisième facteur.

Comme nous l'avons vu, § II, le facteur $(1-\eta^2)^{\frac{l}{2}} M^{(n-l)}_{\frac{-2l+1}{2}}$, contenu dans la valeur de la fonction U_n, ainsi que les deux analogues qui figurent dans la valeur de la fonction V_n, vérifie l'équation différentielle (2) du même paragraphe. On trouve aisément que le second facteur $(1+\zeta^2)^{\frac{l}{2}} R^{(n-l)}_{\frac{-2l+1}{2}}$ de la même fonction U_n satisfait à l'équation différentielle

$$(x^2+1)^2 y'' + \frac{1}{2}\left[(x^2+1)^2\right]' y' - \left[n(n+1)(x^2+1) - l^2\right] y = 0, \quad (10)$$

dont l'intégrale générale se déduit de l'équation (3), § II, en y changeant x^2 en $-x^2$, ou x en ix.

Maintenant, les équations différentielles (2) et (10) sont précisément celles que Lamé a obtenues dans l'intégration de l'équation aux déri-

* *Journal de mathématiques*, 3e série, t. V, p. 64.

vées partielles du second ordre de la *Théorie analytique de la chaleur* dans les cas de corps solides homogènes limités par des ellipsoïdes de révolution, en prenant pour variables indépendantes les rapports à l'excentricité, des paramètres géométriques demi-axes polaires des surfaces conjuguées, ce que nous avons également fait. Ces coïncidences constatent donc l'identité des fonctions dont nous venons de donner la génération, et de celles que l'illustre géomètre avait en vue, et qu'il a exprimées par des sommes de produits de polynômes entiers. Seulement, la forme sous laquelle nous avons mis les divers facteurs qui composent les polynômes de Lamé, met en évidence les propriétés algébriques relatives aux racines de ces mêmes facteurs égalés à zéro. Cette même forme donne encore le champ de variation de la variable indépendante pour que l'intégrale de l'équation (2), à laquelle satisfont certains de ces facteurs, soit uniforme. Ces résultats étaient d'ailleurs en partie prévus, dès 1846, par Liouville.

Les mêmes équations différentielles (2) et (10) caractérisent ce que l'on peut appeler le premier type des fonctions de Lamé, et que ce grand géomètre a désigné par la notation $P_l^{(n)}$.

Si, comme cela est naturel de le faire, on veut conserver l'analogie ou l'uniformité de génération à l'égard de tous les facteurs des produits dont les fonctions Y_n, U_n, V_n sont les sommes, on peut encore observer que le facteur $2\cos l\,(\varpi-\varpi')$ représente, quand l varie, les sommes des puissances semblables des racines de l'équation du second degré

$$z^2-2z\cos(\varpi-\varpi')+1=0.$$

Cela se voit sur-le-champ, et sans qu'il soit nécessaire d'insister, au moyen des formules de Newton relatives aux sommes des puissances semblables des racines d'une équation, appliquées à l'équation précédente.

§ VII. — Démonstration de la convergence des séries ordonnées suivant les polynômes $P_l^{(n)}$ des deux ellipsoïdes de révolution, et représentant une fonction arbitraire des coordonnées curvilignes qui définissent ces surfaces.

Considérons maintenant la série double :

$$F(\theta,\mu)=\sum_{n=0}^{n=\infty}\sum_{l=0}^{l=n}\frac{\int_{-1}^{+1}P_l^{(n)}(\mu)P_l^{(n)}(\mu')\int_{-\pi}^{+\pi}F(\theta',\mu')\cos l(\theta-\theta)\,d\mu'\,d\theta'}{\omega_l p_l^{(n)}},\quad (11)$$

dans laquelle on a $\mu=\operatorname{tgh}\beta$, ou $\mu=\operatorname{tgh}\alpha$, et que Lamé a introduite dans la théorie analytique de la chaleur à l'occasion des ellipsoïdes de révolution. Dans cette série, ω_l et $p_l^{(n)}$ ont encore les valeurs du § III, et $F(\theta,\mu)$ est une fonction arbitraire.

En posant $\operatorname{tg} h\beta = \sin\varphi$, ou $\operatorname{tg} h\alpha = \sin\psi$, selon que la série se rapporte à l'ellipsoïde planétaire ou à l'ellipsoïde ovaire, ce que l'on peut toujours faire, puisque l'on a généralement $\operatorname{tg} h\omega < 1$, cette série coïncide avec celle du même paragraphe se rapportant aux fonctions sphériques et à la sphère. Comme nous avons démontré que cette dernière série est convergente, il en résulte que celle qui nous occupe l'est également.

La température des points intérieurs d'un corps solide homogène limité par un ellipsoïde de révolution planétaire, est donnée par la série :

$$V = \frac{1}{4\pi}\sum_{n=0}^{n=\infty}(2n+1)\int_{-1}^{+1}\int_{-\pi}^{+\pi}\left[M^{(n)}_{-\frac{1}{2}} M'^{(n)}_{-\frac{1}{2}} \frac{R^{(n)}_{-\frac{1}{2}}(\zeta)}{R^{(n)}_{-\frac{1}{2}}(\zeta_1)}\right.$$

$$+2\sum_{l=1}^{l=n}\frac{(1.3.5\ldots 2l-1)^2}{n+l.n+l-1\ldots n-l+1}(1-\mu^2)^{\frac{l}{2}}(1-\mu'^2)^{\frac{l}{2}} M^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}} M'^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}}$$

$$\left.\times\left(\frac{1+\zeta^2}{1+\zeta_1^2}\right)^{\frac{l}{2}}\frac{R^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}}(\zeta)}{R^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}}(\zeta_1)}\cos l(\theta-\theta')\right] F(\theta',\mu')\,d\theta' d\mu'. \qquad (12)$$

Cette série est formée, comme on voit, par les produits terme à terme de deux séries absolument convergentes. Car la série obtenue en effectuant l'opération indiquée par le signe sommatoire $\sum_{l=0}^{l=n}$, savoir :

$$\frac{d^n(\zeta^2+1)^n}{d\zeta^n} : \frac{d^n(\zeta_1^2+1)^n}{d\zeta_1^n}, \qquad \left(\frac{1+\zeta^2}{1+\zeta_1^2}\right)^{\frac{1}{2}}\frac{d^{n+1}(\zeta^2+1)^n}{d\zeta^{n+1}} : \frac{d^{n+1}(\zeta_1^2+1)^n}{d\zeta_1^{n+1}},$$

$$\left(\frac{1+\zeta^2}{1+\zeta_1^2}\right)^{\frac{n}{2}},$$

a ses termes respectivement moindres que ceux de la progression géométrique décroissante :

$$1, \quad \left(\frac{1+\zeta^2}{1+\zeta_1^2}\right)^{\frac{1}{2}}, \quad \left(\frac{1+\zeta^2}{1+\xi_1^2}\right)^{\frac{2}{2}}, \quad \left(\frac{1+\zeta^2}{1+\zeta_1^2}\right)^{\frac{3}{2}}, \quad \left(\frac{1+\zeta^2}{1+\zeta_1^2}\right)^{\frac{n}{2}},$$

puisque, ayant $\zeta < \zeta_1$, on a :

$$\frac{d^{n+v}(\zeta^2+1)^n}{d\zeta^{n+v}} : \frac{d^{n+v}(\zeta_1^2+1)^n}{d\zeta_1^{n+v}} < 1.$$

La série qui donne la température V est donc convergente d'après un théorème connu.

La même chose a lieu pour la série qui donne la température des

points intérieurs d'un corps solide homogène limité par un ellipsoïde ovaire; car la série :

$$\sum_{l=0}^{l=n} \left(\frac{1-\zeta^2}{1-\zeta_1^{\,2}}\right)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(\zeta^2-1)^n}{d\zeta^{n+l}} : \frac{d^{n+l}(\zeta_1^{\,2}-1)^n}{d\zeta_1^{\,n+l}},$$

est encore convergente, puisque, ayant $\rho < r$, et par suite $\gamma < \gamma_1$, on a $\cot h\gamma > \cot h\gamma_1$ et $1-\zeta < 1-\zeta_1$.

On sait que γ est défini par l'intégrale définie :

$$\gamma = c \int_\rho^\infty \frac{d\rho}{\rho^2 - c^2}.$$

(Lamé, *Leçons sur les fonctions inverses*, etc., p. 266.) Le même théorème sur la convergence des séries est donc applicable à ce second cas.

§ VIII. — Équations différentielles caractérisant le second type des polynômes de Lamé.

En ayant égard aux identités suivantes :

$$\begin{aligned} &\text{séc}\,h^2\omega + \text{tg}\,h^2\omega = 1, \\ &\text{séc}^2\omega - \text{tg}^2\omega = 1, \\ &\cot h^2\omega - \text{séc}\,h^2\omega = 1, \end{aligned} \qquad (13)$$

on voit que si dans l'équation (2), § II, x désigne l'une quelconque des deux fonctions :

$$\text{tg}\,h\beta, \qquad \text{tg}\,h\alpha,$$

et qu'on appelle x_1 celle qui lui est associée au moyen de la première des équations (13), cette même équation (2), § II, se transforme, en prenant x_1 pour variable indépendante, en celle-ci :

$$x_1^{\,2}(1-x_1^{\,2})y'' + \frac{1}{2}\Big[x_1^{\,2}(1-x_1^{\,2})\Big]' y' + \Big[n(n+1)x_1^{\,2} - l^2\Big]y = 0. \quad (14)$$

Si l'on désigne de même par x l'une quelconque des deux fonctions :

$$\text{tg}\,\gamma, \qquad \cot h\gamma,$$

et par x_1 celle qui lui est associée au moyen des deux dernières équations (13); l'équation (10), § VI, devient :

$$x_1^{\,2}(x_1^{\,2}+1)y'' + \frac{1}{2}\Big[x_1^{\,2}(x_1^{\,2}+1)\Big]' y' - \Big[n(n+1)x_1^{\,2} + l^2\Big]y = 0, \quad (15)$$

en prenant x_1 pour nouvelle variable indépendante.

Enfin, si x désigne l'une quelconque des fonctions :

$$\text{séc}\,\gamma, \qquad \cot h\gamma,$$

et que x_1 représente celle qui lui est associée au moyen de l'une des deux dernières équations (13), l'équation (2), § II, devient encore l'équation (15), en prenant x_1 pour variable indépendante. Les équations (14) et (15), que nous venons d'obtenir, caractérisent le second type des polynômes de Lamé.

§ IX. — Second type des polynômes de Lamé. — Leurs racines.

Si dans le polynôme $P_l^{(n)}$, § II, on remplace, après avoir effectué les dérivations indiquées, x par $\sqrt{1-x_1^2}$, ce polynôme s'écrit :

$$\mathcal{P}_l^{(n)} = \frac{\Gamma(l+1)}{2^{n-l}\Gamma(2l+1)\Gamma(n+1)} x_1^l \sum_{\mu=0}^{\mu=n} \left[(-1)^\mu \frac{n.n-1.n-2..n-\mu+1}{1.2.3.4\ldots\mu} \times \frac{d^{n+l}z^{2n-2\mu}}{dz^{n+l}} (1-x_1^2)^{n-\mu} \right]_{z=1}$$

en posant $n=l=2h$, n et l étant de même parité.

Si n et l étaient de parités différentes, on aurait en outre, comme facteur accompagnant x_1^l, le radical $\sqrt{1-x_1^2}$, et h serait égal à $\frac{n-l-1}{2}$. Alors l'intégrale générale de l'équation (14), § VIII, se déduira de celle (3) de l'équation (2), § II, par le changement de variable que nous venons d'indiquer et s'écrira :

$$y = A\mathcal{P}_l^{(n)} + B\mathcal{P}_l^{(n)} \int \frac{dx}{(\mathcal{P}_l^{(n)})^2 x_1^2}.$$

Comme on a $x^2 + x_1^2 = 1$, il en résulte :

$$dx = \frac{-x_1 dx_1}{\sqrt{1-x_1^2}},$$

et l'intégrale précédente s'écrit finalement :

$$y = A\mathcal{P}_l^{(n)} + B\mathcal{P}_l^{(n)} \int \frac{dx_1}{(\mathcal{P}_l^{(n)})^2 x_1 \sqrt{1-x_1^2}}. \tag{16}$$

L'intégrale générale de l'équation (15) se déduit de cette dernière en y changeant x_1 en ix_1.

On reconnaît, dans l'équation (16), la forme de l'intégrale générale de l'équation de Lamé, relative à l'ellipsoïde à trois axes inégaux, que Liouville a obtenue dans ses mémorables *Lettres à Blanchet*.

Si nous multiplions le polynôme $\mathcal{P}_l^{(n)}$ par $(-1)^n$, ou, ce qui est la même chose, si nous y changeons $1-x_1^2$ en x_1^2-1, et que nous posions $x_1^2 - 1 = x^2$, ce polynôme, égalé à zéro, donne l'équation :

$$(x^2+1)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(x^2-1)^n}{dx^{n+l}} = 0,$$

qui, rendue rationnelle et décomposée en deux autres, a $2l$ racines imaginaires et égales à i en valeur absolue, et $n-l$ racines réelles, inégales et comprises entre -1 et $+1$. Donc, l'équation :

$$\mathfrak{P}_l^{(n)} = 0$$

a l racines nulles, et qui peuvent être considérées comme étant réelles ou imaginaires, et $n-l$ qui sont réelles, inégales et comprises entre $-\sqrt{2}$ et $+\sqrt{2}$.

Si, dans le polynôme $\mathfrak{P}_l^{(n)}$, x_1 était imaginaire, l'équation :

$$\mathfrak{P}_l^{(n)} = 0$$

aurait l racines nulles, et $n-l$ qui seraient imaginaires, inégales et comprises entre $-i\sqrt{2}$ et $+i\sqrt{2}$.

Enfin, la relation entre trois fonctions consécutives à laquelle satisfont les polynômes $P_l^{(n)}$, savoir :

$$(n-l)\,P_l^{(n)} - (2n-1)\,xP_l^{(n-1)} + (n+l-1)\,P_l^{(n-2)} = 0\,^*,$$

devient, par le changement de x en $\sqrt{1-x_1^2}$:

$$(n-l)\,\mathfrak{P}_l^{(n)} - (2n-1)\sqrt{1-x_1^2}\,\mathfrak{P}_l^{(n-1)} + (n+l-1)\,\mathfrak{P}_l^{(n-2)} = 0,$$

qui n'est plus rationnelle comme la précédente.

Tel est le second type de polynômes de Lamé, et qui a servi d'intermédiaire à l'illustre géomètre pour passer des polynômes $P_l^{(n)}$ de la sphère aux polynômes de nature plus élevée dépendants de fonctions doublement périodiques et se rapportant à l'ellipsoïde à trois axes inégaux.

§ X. — Valeur limite des polynômes, analogues a la fonction Y_n, et qui entrent dans les séries (11) et (12), pour des valeurs indéfiniment croissantes de l'entier n.

Les résultats que nous venons d'obtenir dans les paragraphes précédents constatent l'identité de forme des fonctions isothermes de Lamé, se rapportant aux ellipsoïdes de révolution, et des fonctions sphériques désignées par Y_n. La représentation d'une fonction arbitraire au moyen des polynômes $P_l^{(n)}$ dépendants de ces deux genres de coordonnées, elliptiques et sphériques, a encore la même forme au facteur dépendant du rayon vecteur près, et a lieu dans les mêmes conditions. Pour compléter ces analogies, il est naturel de rechercher si les fonctions analogues aux Y_n qui figurent dans les séries (11) et (12), ne sont pas susceptibles d'être réduites à une expression simple qui, pour des valeurs indéfiniment croissantes de l'entier n, en donne une valeur d'autant

* *Journal de mathématiques pures et appliquées*, 3e série, t. V, p. 60.

plus approchée que n est plus grand. C'est ce que nous allons faire; et, à cet effet, nous allons commencer par obtenir ces fonctions sous forme d'intégrales définies analogues à celle que Jacobi a trouvée pour la fonction Y_n. Dans ce but, nous ferons encore, dans les deux membres de l'identité (4), les substitutions suivantes :

$$\begin{aligned} A &= \operatorname{tg} h\beta - t \operatorname{tg} h\beta', \\ B &= \text{séc}\, h\beta \cos \varpi - t\, \text{séc}\, h\beta' \cos \varpi', \\ C &= \text{séc}\, h\beta \sin \varpi - t\, \text{séc}\, h\beta' \sin \varpi', \end{aligned}$$

on obtient :

$$\left[1 - 2t\left(\operatorname{tg} h\beta \operatorname{tg} h\beta' + \text{séc}\, h\beta\, \text{séc}\, h\beta' \cos(\varpi - \varpi)\right) + t^2\right]^{-\frac{1}{2}}$$
$$= \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\left[\operatorname{tg} h\beta' + i\, \text{séc}\, h\beta' \cos(\varpi' - \theta)\right]^n d\theta}{\left[\operatorname{tg} h\beta + i\, \text{séc}\, h\beta \cos(\varpi - \theta)\right]^{n+1}} t^n,$$

égalité qui a toujours lieu, parce que la quantité sous le signe d'intégration ne peut pas devenir infinie entre les limites de cette même intégration. Car l'inégalité (α), § IV, devenant dans le cas actuel :

$$\text{séc}\, h^2\beta + t^2\, \text{séc}\, h^2\beta' - 2t\, \text{séc}\, h\beta'\, \text{séc}\, h\beta \cos(\varpi - \varpi') > 0,$$

est manifestement satisfaite.

En posant :

$$Z_n = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\left[\operatorname{tg} h\beta' + i\, \text{séc}\, h\beta' \cos(\varpi' - \theta)\right]^n d\theta}{\left[\operatorname{tg} h\beta + i\, \text{séc}\, h\beta \cos(\varpi - \theta)\right]^{n+1}},$$

on a, sous forme d'intégrale définie, la fonction analogue à la fonction Y_n, que nous voulions obtenir. Nous allons rechercher une expression simple donnant une valeur approchée de cette intégrale, quand n croît indéfiniment.

A cet effet, nous observerons que, à cause de l'opposition de signe des fonctions $\cos(\varpi' - \theta)$ et $\cos(\varpi - \theta)$ dans le premier et le second quadrant, nous pouvons écrire :

$$\begin{aligned} Z_n = {} & \frac{1}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\left[\operatorname{tg} h\beta' + i\, \text{séc}\, h\beta' \cos(\varpi' - \theta)\right]^n d\theta}{\left[\operatorname{tg} h\beta + i\, \text{séc}\, h\beta \cos(\varpi - \theta)\right]^{n+1}} \\ & + \frac{1}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\left[\operatorname{tg} h\beta' - i\, \text{séc}\, h\beta' \cos(\varpi' - \theta)\right]^n d\theta}{\left[\operatorname{tg} h\beta - i\, \text{séc}\, h\beta \cos(\varpi - \theta)\right]^{n+1}}. \end{aligned} \qquad \text{(A)}$$

Maintenant, $\varpi' - \theta$ et $\varpi - \theta$ étant ramenés au premier quadrant, on peut toujours supposer que l'on a :

$$\varpi' - \theta > \varpi - \theta \qquad \text{et} \qquad \beta' < \beta;$$

car, s'il n'en était pas ainsi, on pourrait modifier les valeurs de A, B, C, dans l'identité (4), de façon à amener ce résultat. Alors le module de la quantité sous le signe d'intégration est :

$$\frac{\left[1 - \operatorname{séc} h^2\beta' \sin^2(\varpi' - \theta)\right]^{\frac{n}{2}}}{\left[1 - \operatorname{séc} h^2\beta \sin^2(\varpi - \theta)\right]^{\frac{n+1}{2}}},$$

et on voit qu'il converge vers zéro, pour des valeurs indéfiniment croissantes de n.

D'un autre côté, on a :

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} = \int_0^{\alpha} + \int_{\alpha}^{\frac{\pi}{2}},$$

et, dans la question actuelle, nous pouvons supposer α très petit. En effet, en posant :

$$\left[1 - \operatorname{séc} h^2\beta' \sin^2(\varpi' - \theta)\right]^{\frac{1}{2}} = \rho,$$

$$\left[1 - \operatorname{séc} h^2\beta \sin^2(\varpi - \theta)\right]^{\frac{1}{2}} = \rho';$$

puis faisant :

$$\operatorname{tg} h\beta' + i \operatorname{séc} h\beta' \cos(\varpi' - \theta) = \rho e^{i\omega}$$
$$\operatorname{tg} h\beta + i \operatorname{séc} h\beta \cos(\varpi - \theta) = \rho' e^{i\omega'},$$

on aura :

$$\begin{aligned} Z_n = {} & \frac{2}{\pi}\int_0^{\alpha} \frac{\rho^n}{\rho'^{\,n+1}} \cos\left[n(\omega - \omega') - \omega'\right] d\theta \\ & + \frac{2}{\pi}\int_{\alpha}^{\frac{\pi}{2}} \frac{\rho^n}{\rho'^{\,n+1}} \cos\left[n(\omega - \omega') - \omega'\right] d\theta. \end{aligned} \qquad \text{(B)}$$

Or, la seconde intégrale est inférieure à :

$$\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)\frac{\rho^n}{\rho'^{\,n+1}}, \qquad \text{ou à} \qquad \left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) e^{-n(\gamma - \delta) + \delta},$$

expression dans laquelle on a posé, pour abréger :

$$\gamma = \frac{1}{2} \operatorname{séc} h^2\beta' \sin^2(\varpi' - \alpha) \qquad \text{et} \qquad \delta = \frac{1}{2} \operatorname{séc} h^2\beta \sin^2(\varpi - \alpha).$$

Comme, d'après ce que nous avons supposé à l'égard des arguments

β', β, $\varpi' - \alpha$, $\varpi - \alpha$, on a $\gamma > \delta$, on voit que cette intégrale converge vers zéro pour des valeurs indéfiniment croissantes de l'entier n.

On peut même remplacer $\frac{\pi}{2}$ dans le facteur $\frac{\pi}{2} - \alpha$ par une quantité indéfiniment croissante avec n, par n lui-même, par exemple, et la conclusion précédente est encore vraie. Donc, dans l'hypothèse où nous nous plaçons de n très grand, la seconde intégrale est infiniment petite et on peut la négliger dans une approximation; de plus, on peut supposer dans la première, la limite supérieure α très petite.

En remarquant que l'on a généralement :

$$\operatorname{tg} h\varphi \pm i \operatorname{séc} h\varphi \cos \varepsilon = (\operatorname{tg} h\varphi \pm i \operatorname{séc} h\varphi)\left[1 - 2 \operatorname{séc} h\varphi (\operatorname{séc} h\varphi \pm i \operatorname{tg} h\varphi) \sin^2 \frac{\varepsilon}{2}\right],$$

observant, d'après ce qui précède, que dans la dernière valeur (B) de Z_n, on peut négliger la seconde intégrale, et remplacer dans la première, la limite supérieure α par $+\infty$, puisque les quantités qu'on néglige et qu'on ajoute ainsi, sont infiniment petites, remplaçant enfin $\varpi' - \theta$ et $\varpi - \theta$ par θ, ce qui est alors permis, la valeur (A) de Z_n peut s'écrire :

$$\begin{aligned} Z_n = \frac{1}{\pi} \frac{(\operatorname{tg} h\beta' + i \operatorname{séc} h\beta')^n}{(\operatorname{tg} h\beta + i \operatorname{séc} h\beta)^{n+1}} \int_0^\infty & \left[1 - 2 \operatorname{séc} h\beta' (\operatorname{séc} h\beta' + i \operatorname{tg} h\beta') \sin^2 \frac{\theta}{2}\right]^n \\ & \times \left[1 - 2 \operatorname{séc} h\beta (\operatorname{séc} h\beta + i \operatorname{tg} h\beta) \sin^2 \frac{\theta}{2}\right]^{-n-1} d\theta \\ + \frac{1}{\pi} \cdot \frac{(\operatorname{tg} h\beta' - i \operatorname{séc} h\beta')^n}{(\operatorname{tg} h\beta - i \operatorname{séc} h\beta)^{n+1}} \int_0^\infty & \left[1 - 2 \operatorname{séc} h\beta' (\operatorname{séc} h\beta' - i \operatorname{tg} h\beta') \sin^2 \frac{\theta}{2}\right]^n \\ & \times \left[1 - 2 \operatorname{séc} h\beta (\operatorname{séc} h\beta - i \operatorname{tg} h\beta) \sin^2 \frac{\theta}{2}\right]^{-n-1} d\theta. \end{aligned}$$

Faisant encore, puisque, comme nous venons de le faire observer, θ peut être supposé très petit dans l'approximation que nous avons en vue, pour n très grand, quoique l'intégration soit étendue à l'infini, faisant dis-je :

$$\begin{aligned} & n \log \left[1 - 2 \operatorname{séc} h\beta' (\operatorname{séc} h\beta' + i \operatorname{tg} h\beta') \sin^2 \frac{\theta}{2}\right] \\ & = n \log \left[1 - \frac{1}{2} \operatorname{séc} h\beta' (\operatorname{séc} h\beta' + i \operatorname{tg} h\beta') \theta^2\right] \\ & = -\frac{n}{2} \operatorname{séc} h\beta' (\operatorname{séc} h\beta' + i \operatorname{tg} h\beta') \theta^2 = -a\theta^2, \end{aligned}$$

$$\frac{n+1}{2} \operatorname{séc} h\beta \, (\operatorname{séc} h\beta + i \operatorname{tg} h\beta) \theta^2 = b\theta^2,$$

$$-\frac{n}{2}\operatorname{séc} h\beta'(\operatorname{séc} h\beta' - i \operatorname{tg} h\beta')\,\theta^2 = -a_1\theta^2,$$

$$\frac{n+1}{2}\operatorname{séc} h\beta\,(\operatorname{séc} h\beta - i \operatorname{tg} h\beta)\,\theta^2 = b_1\theta^2,$$

on a enfin :

$$\mathrm{Z}_n = \frac{1}{\pi}\cdot\frac{(\operatorname{tg} h\beta' + i \operatorname{séc} h\beta')^n}{(\operatorname{tg} h\beta + i \operatorname{séc} h\beta)^{n+1}}\int_0^{\infty} e^{-(a-b)\theta^2}\,d\theta$$
$$+\frac{1}{\pi}\cdot\frac{(\operatorname{tg} h\beta' - i \operatorname{séc} h\beta')^n}{(\operatorname{tg} h\beta - i \operatorname{séc} h\beta)^{n+1}}\int_0^{\infty} e^{-(a_1-b_1)\theta^2}\,d\theta.$$

Dans les deux intégrales du second membre de l'égalité précédente, on constate aisément, en ayant égard à l'hypothèse de $\beta' < \beta$, ou de $\operatorname{séc} h\beta' > \operatorname{séc} h\beta$, que les parties réelles de $a - b$ et de $a_1 - b_1$ sont positives ; par conséquent, on aura, pour la valeur approchée de Z_n :

$$\mathrm{Z}_n = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\left[\frac{(\operatorname{tg} h\beta' + i \operatorname{séc} h\beta)^n}{(\operatorname{tg} h\beta + i \operatorname{séc} h\beta)^{n+1}}\right.$$
$$\times\frac{1}{\sqrt{n \operatorname{séc} h\beta'(\operatorname{séc} h\beta' + i \operatorname{tg} h\beta') - (n+1)\operatorname{séc} h\beta\,(\operatorname{séc} h\beta + i \operatorname{tg} h\beta)}}$$
$$+\frac{(\operatorname{tg} h\beta' - i \operatorname{séc} h\beta')^n}{(\operatorname{tg} h\beta - i \operatorname{séc} h\beta)^{n+1}}$$
$$\left.\times\frac{1}{\sqrt{n \operatorname{séc} h\beta'(\operatorname{séc} h\beta' - i \operatorname{tg} h\beta') - (n+1)\operatorname{séc} h\beta\,(\operatorname{séc} h\beta - i \operatorname{tg} h\beta)}}\right].$$

Cette expression peut encore se simplifier, en observant que, à cause de n très grand, on peut remplacer $n \operatorname{séc} h\beta'$ par $n \operatorname{séc} h\beta$, et $(n+1)$ $\operatorname{séc} h\beta$ par $n \operatorname{séc} h\beta'$; alors la quantité sous le premier radical s'écrit :

$$n\frac{\sin h\beta' - \sin h\beta}{\cos h\beta \cos h\beta'}e^{i\frac{\pi}{2}},$$

et celle qui est sous le second radical ne diffère de la précédente que par le signe de l'exponentielle ; en sorte qu'on obtient cette nouvelle valeur approchée très simple de Z_n, savoir :

$$\mathrm{Z}_n = \frac{\sqrt{\cos h\beta \cos h\beta'}}{\sqrt{2n\pi\,(\sin h\beta' - \sin h\beta)}}\left[\frac{(\operatorname{tg} h\beta' + i \operatorname{séc} h\beta')^n}{(\operatorname{tg} h\beta + i \operatorname{séc} h\beta')^{n+1}}e^{-i\frac{\pi}{4}}\right.$$
$$\left.+\frac{(\operatorname{tg} h\beta' - i \operatorname{séc} h\beta')^n}{(\operatorname{tg} h\beta - i \operatorname{séc} h\beta)^{n+1}}e^{i\frac{\pi}{4}}\right];$$

ou enfin :

$$\mathrm{Z}_n = \frac{\sqrt{\cos h\beta \cos h\beta'}}{\sqrt{2n\pi\,(\sin h\beta' - \sin h\beta)}}\cdot\frac{(\operatorname{tg} h\beta' \pm i \operatorname{séc} h\beta')^n}{(\operatorname{tg} h\beta \pm i \operatorname{séc} h\beta)^{n+1}}e^{\mp i\frac{\pi}{4}},$$

les signes supérieurs se correspondant ainsi que les signes inférieurs. Telle est l'expression simple au moyen de laquelle on peut calculer la

valeur numérique de Z_n, pour les grandes valeurs de n, et avec une approximation d'autant plus grande que n est lui-même plus grand.

Par une méthode toute semblable et en partant de la forme en intégrale définie donnée par Jacobi à la fonction Y_n, on trouve, pour la valeur limite de cette fonction :

$$Y_n = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left[\frac{e^{[n(\varphi-\omega)-\omega]i}}{\sqrt{n \sin\varphi\, e^{\left(\frac{\pi}{2}-\varphi\right)i} + (n+1)\sin\omega\, e^{-\left(\frac{\pi}{2}+\omega\right)i}}} + \frac{e^{-[n(\varphi-\omega)-\omega]i}}{\sqrt{n \sin\varphi\, e^{-\left(\frac{\pi}{2}-\varphi\right)i} + (n+1)\sin\omega\, e^{\left(\frac{\pi}{2}+\omega\right)i}}} \right]$$

où l'on a supposé φ supérieur à ω *. Cette expression, qui n'est pas d'ailleurs bien compliquée, pourrait encore être un peu simplifiée, mais nous conservons la forme précédente parce qu'elle montre bien l'analogie de cette valeur limite avec celle de la fonction X_n, obtenue par Laplace, et avec laquelle elle coïncide pour $\omega = 0$, ou pour $\varphi = 0$.

La méthode dont nous venons de faire usage, et que nous avons vu appliquer à la fonction X_n par M. J.-A. Serret, dans son cours de *mécanique céleste* au Collège de France, nous a paru bien appropriée à ce genre d'analyse.

§ XI. — Conclusion.

Les recherches qui font l'objet du présent mémoire ont été entreprises en vue d'apporter, dans la représentation, inaugurée par Lamé, d'une fonction arbitraire, au moyen d'un développement procédant suivant des polynômes dépendants de fonctions doublement périodiques, le degré de précision que Dirichlet a donné à la représentation d'une pareille fonction, au moyen d'un développement ordonné suivant les fonctions sphériques Y_n. Mais nous ne sommes point parvenu jusqu'ici, dans cette voie, c'est-à-dire en suivant la marche de Lamé qui consiste à déduire le cas général d'un cas particulier, à édifier quelque chose de satisfaisant. On peut bien représenter une fonction arbitraire dépendante de fonctions doublement périodiques au moyen des polynômes :

$$N_l^{(n)} = \pi (C^2 - K'^2)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(C^2 - K'^2)^n}{dC^{n+l}},$$

$$M_l^{(n)} = \pi (K'^2 - C_1^2)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(C_1^2 - K'^2)^n}{dC_1^{n+l}},$$

$$R_l^{(n)} = \pi (C_2^2 + K'^2)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(C_2^2 + K'^2)^n}{dC_2^{n+l}},$$

* *Association française pour l'avancement des sciences*, Congrès de Montpellier, 1879.

ou des polynômes :

$$N_l^{(n)} = \pi (K^2 - A^2)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(A^2 - K^2)^n}{dA^{n+l}},$$

$$M_l^{(n)} = \pi (K^2 - A_1^2)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(A_1^2 - K^2)^n}{dA_1^{n+l}},$$

$$R_l^{(n)} = \pi (A_2^2 - K^2)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(A_2^2 - K^2)^n}{dA_2^{n+l}},$$

où l'on a posé :

$$\pi = \frac{\Gamma(l+1)}{2^{n-l}\Gamma(2l+1)\Gamma(n+1)};$$

car ces polynômes ont respectivement pour limites, dans les cas de $K=0$, $K=1$, la fonction $P_l^{(n)}$ relative aux ellipsoïdes de révolution, mais ce n'est plus là la généralisation même de Lamé. D'ailleurs, en ayant égard aux résultats que nous avons obtenus (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences,* t. LXXXVI, p. 116, et t. LXXXVII, p. 648), on peut réaliser la représentation d'une fonction arbitraire à l'aide de l'un des deux groupes des polynômes précédents, et la convergence de la série obtenue se conclura sans aucune difficulté en se servant des principes dont nous avons fait usage dans le mémoire actuel. Nous n'insisterons donc pas davantage sur ce sujet, et nous terminerons ici, pour le moment, notre contribution aux séries doubles que Lamé a introduites dans l'analyse.

M. M. FROLOW

Major général du génie russe.

NOUVELLES RECHERCHES SUR LES CARRÉS MAGIQUES

— *Séance du 18 août 1886.* —

I. — Transformations générales.

Dans notre premier opuscule sur les carrés magiques *, nous n'avons indiqué que deux transformations générales dont sont susceptibles tous les carrés magiques : 1° la rupture des carrés et 2° la permutation des rangées correspondantes.

* *Le Problème d'Euler et les carrés magiques.* Paris, Gauthier-Villars, 1884.

Il y a encore une troisième transformation générale pour tous les carrés dont la racine n est supérieure à 5. En nommant *cadre* un assemblage de quatre rangées du carré, dont deux horizontales et deux verticales, toutes également éloignées du centre du carré, on peut transposer tous ces cadres entre eux, en éloignant les uns et en rapprochant les autres du centre, sans changer la composition des rangées. Nous appellerons cette transformation — *transposition des cadres*, et, pour plus de conformité, nous appellerons désormais la deuxième transformation — *retournement des cadres*. Les diagrammes suivants, dont le second est dérivé du premier au moyen de cette nouvelle transformation, suffisent pour l'expliquer :

1	12	13	24	25	36
7	10	15	22	27	30
35	26	21	16	11	2
33	28	23	14	9	4
32	6	20	17	31	5
3	29	19	18	8	34

10	15	7	30	22	27
26	21	35	2	16	11
12	13	1	36	24	25
29	19	3	34	18	8
28	23	33	4	14	9
6	20	32	5	17	31

Disons en passant que les carrés de cette espèce, dans lesquels les nombres complémentaires, dont la somme est égale à $(1+n^2)$, sont disposés à égales distances de l'axe et qui ne sont possibles que pour n pair, sont les plus faciles à construire et en même temps ils sont les plus féconds. — Mais, sans nous y arrêter, revenons à notre troisième transformation générale.

Si n est impair, les deux rangées du milieu, dont l'une est horizontale et l'autre verticale, qui ne peuvent pas composer un cadre, restent à leurs places.

Le nombre des variantes données pour la transposition des cadres est égal, en évitant les solutions doubles, pour n pair, à :

$$1 \times 2 \times 3 \times \ldots \times \frac{n-2}{2}$$

et pour n impair à :

$$1 \times 2 \times 3 \times \ldots\ldots \times \frac{n-3}{2}.$$

Si l'on retourne en même temps les cadres, on aura pour n pair :

$$2^{\frac{n-2}{2}} \times 1 \times 2 \times 3 \times \ldots\ldots \times \frac{n-2}{2}$$

et pour n impair :

$$2^{\frac{n-3}{2}} \times 1 \times 2 \times 3 \times \ldots\ldots \times \frac{n-3}{2} \text{ variantes.}$$

II. — Les carrés diaboliques pairs.

Dans notre premier opuscule, nous avons dit aussi que pour n pair les carrés diaboliques ne sont possibles que si n est divisible par 4, et que, dans ce cas, les nombres complémentaires sont placés dans des cases conjuguées se trouvant sur les diagonales et distantes l'une de de l'autre de $\frac{n}{2}$ pas. Nous ne connaissons pas d'autre manière de composition des carrés diaboliques pairs.

Il sera montré plus loin que cette disposition des nombres complémentaires conduit nécessairement à l'égalité des sommes des $\frac{n^2}{4}$ nombres contenus dans chacun des quatre quartiers du carré. Or, si nous prenons n'importe quelle progression arithmétique continue :

$$p;\ p+r;\ p+2r;\ldots\ldots\left(p+(n^2-1)\,r\right),$$

il est facile de prouver que cette égalité des quatre quartiers ne peut pas être satisfaite pour n impairement pair.

Il est évident qu'on peut, dans tout carré magique, augmenter au diminuer tous les nombres d'une quantité égale, ainsi que les multiplier ou diviser par une quantité égale. Pour simplifier notre progression, diminuons tous ses termes de la quantité p :

$$0;\ r;\ 2r\ldots\ldots(n^2-1)\,r.$$

La somme Σ de tous ces n^2 termes sera égale à :

$$\Sigma=\frac{n^2\,(n^2-1)\,r}{2}.$$

Donc la somme des $\frac{n^2}{4}$ nombres de chacun des quatre quartiers devra être égale à :

$$\frac{\Sigma}{4}=\frac{n^2\,(n^2-1)\,r}{8}.$$

Si la raison r est un nombre impair et que n est impairement pair, il est clair que le produit $n^2\,(n^2-1)\,r$ n'est pas divisible par 8. Si nous prenons r pair et divisible par une puissance de 2 égale à un nombre quelconque k, tous les termes de la progression et, par suite, la somme des termes de chaque quartier le serait aussi, tandis que la quantité $\frac{n^2\,(n^2-1)\,r}{8}$ ne serait divisible que par la puissance de 2 égale à $(k-1)$.

Ainsi, pour toute progression continue et pour n impairement pair, les carrés diaboliques sont impossibles avec la disposition des nombres

complémentaires sur des cases conjuguées. Pour obtenir des carrés diaboliques, on est obligé de rompre la continuité de la progression, mais, dans ce cas, le problème devient si indéterminé qu'il perd tout intérêt. Voici deux exemples de pareils carrés diaboliques de 6, à progression discontinue :

= 216

1	11	63	55	45	41
34	57	19	32	5	69
65	25	49	13	43	21
17	27	31	71	61	9
40	67	3	38	15	53
59	29	51	7	47	23

= 222

1	64	58	3	46	50
66	6	18	54	34	44
12	48	60	22	38	42
71	28	24	73	10	16
20	40	30	8	68	56
52	36	32	62	26	14

III. — Les types diaboliques de 8.

La construction des types diaboliques pour n pairement pair est basée, comme nous venons de le dire, sur la disposition des nombres complémentaires, donnant la somme $\frac{1+n^2}{2}$, aux cases conjuguées, distantes l'une de l'autre de $\frac{n}{2}$ pas en diagonale. Dans cette étude, nous ne nous occuperons que des types de 8.

Si nous indiquons tous les nombres disposés dans une moitié du carré par des petites lettres $a, b, c \ldots h$, avec les indices 1, 2, 3 et 4, et leurs compléments disposés dans l'autre moitié par des grandes lettres A, B, C.... H, avec les mêmes indices, comme c'est représenté sur le diagramme n° 1, nous verrons que la rangée n° V est conjuguée à la rangée n° I, que la rangée n° VI est conjuguée à la rangée n° II et ainsi de suite, de sorte qu'il suffit de remplir une seule moitié du carré, par exemple la moitié supérieure, pour que son autre moitié soit complètement déterminée, et pour que la condition de l'égalité des diagonales, simples et composées, à 260 soit nécessairement remplie, car chacune de ces dernières, étant composée de quatre couples de nombres complémentaires, donnera par conséquent la somme $4 \times 65 = 260$.

En faisant

$$E_1 + F_1 + G_1 + H_1 = 260 - (A_1 + B_1 + C_1 + D_1)$$

et

$$a_1 + b_1 + c_1 + d_1 = 260 - (A_1 + B_1 + C_1 + D_1),$$

d'où l'on tire l'égalité suivante :

$$E_1 + F_1 + G_1 + H_1 = a_1 + b_1 + c_1 + d_1.$$

On trouve de la même manière

$$E_2 + F_2 + G_2 + H_2 = a_2 + b_2 + c_2 + d_2$$
$$E_3 + F_3 + G_3 + H_3 = a_3 + b_3 + c_3 + d_3$$
$$E_4 + F_4 + G_4 + H_4 = a_4 + b_4 + c_4 + d_4$$
$$\Sigma e = \Sigma a;\ \Sigma f = \Sigma b;\ \Sigma c = \Sigma g;\ \Sigma h = \Sigma d;\ \Sigma E = \Sigma A;\ \Sigma F = \Sigma B;$$
$$\Sigma G = \Sigma C;\ \Sigma H = \Sigma D.$$

Il en résulte que les sommes des 16 nombres des quatre quartiers du carré sont égales entre elles.

Pour n pairement pair et supérieur à 4, on peut déduire d'un type diabolique un grand nombre de types également diaboliques, d'abord par la transposition des rangées horizontales ou verticales d'une moitié du carré, excepté une seule pour éviter des solutions doubles, avec la transposition équivalente des rangées conjuguées, ce qui donne :

$$\left[1 \times 2 \times 3 \ldots \times \left(\frac{n}{2} - 1\right)\right]^2 \text{ variantes,}$$

puis par la transposition des rangées d'une moitié du carré et de leurs conjuguées de l'autre moitié, aussi à l'exception d'un seul couple, on obtient :

$$2^{\left(\frac{n}{2} - 1\right) \times 2} = 2^{(n-2)} \text{ variantes.}$$

Et en effectuant les deux transformations on aura :

$$U = 2^{(n-2)} \times \left[1 \times 2 \times 3 \ldots \times \left(\frac{n}{2} - 1\right)\right]^2 \text{ variantes,}$$

qui ne diffèrent entre elles que par la disposition des rangées, qui restent composées des mêmes nombres que dans le type donné; nous appellerons ce dernier *type primordial,* tandis que ceux qui sont produits par la transposition des rangées seront appelés *types secondaires.*

Ainsi, pour $n = 8$, un type primordial donne 2,304 types secondaires, et pour $n = 12$, tout type primordial produit 14,745,600 types secondaires.

La construction des types primordiaux par la méthode des coordonnées cartésiennes étant assez laborieuse, nous proposons la méthode expéditive suivante, qui convient à tous les carrés de n supérieur à 4 et ne contenant pas d'autres facteurs que 2, tels que 8, 16, 32, etc.

Il faut prendre un carré diabolique de 4, que nous appellerons *générateur* et le superposer sur le carré de 8 tout entier ou sur ses deux quartiers adjacents ; dans ce dernier cas, au lieu d'un seul générateur, on peut prendre deux générateurs différents.

Dans le premier procédé, chaque case du générateur correspond à un quadrant du grand carré de 4 cases. Il faut mettre dans ces dernières les 4 *suppléments* 0, 16, 32 et 48, parmi lesquels les deux extrêmes 0 et 48 sont complémentaires l'un de l'autre, ainsi que les deux suppléments du milieu 16 et 32, qui font ensemble la somme 48. Ces suppléments étant ajoutés à un nombre quelconque x du générateur, donneront 4 nombres $x+0$; $x+16$; $x+32$ et $x+48$; on est donc sûr qu'aucun des nombres de la progression 1, 2, 3... 64 ne sera ni repété ni omis dans le carré cherché. Quant à la disposition des suppléments, elle doit être telle qu'ils donnent, pour chaque rangée, la somme égale à 192 et, pour chaque quartier, égale à 384, lesquelles étant ajoutées à 68 et à 136 donneront 260 et 520. La construction des types par ce procédé est représentée sur les diagrammes n°s 2-5.

Dans le second procédé, on peut mettre dans chaque quadrant tous les 4 suppléments, ou bien moins, en les faisant répéter.

Pour éviter la répétition ou l'omission des nombres dans le carré cherché, il faut que les suppléments des deux nombres complémentaires dans un quartier ne soient pas complémentaires l'un à l'autre. Mais si l'on emploie deux générateurs différents, ou même un seul générateur, seulement placé dans deux quartiers adjacents, de sorte que les rangées identiques ne sont pas situées en ligne droite, il faut encore que les rangées de ces quartiers, qui s'unissent ensemble pour former les rangées du carré cherché, soient égales à 130, et que les suppléments des mêmes nombres dans ces quartiers soient complémentaires entre eux. Les diagrammes n°s 6-15 représentent la construction des types primordiaux au moyen de ce procédé.

Si tous les quartiers d'un type ont des rangées égales à 130, on peut donner à chacun des deux quartiers adjacents les 8 positions produites par la rotation ou le renversement. Ces changements de position donnent pour chaque type secondaire de cette espèce $8^2 = 64$ variantes. Tels sont les types des diagrammes n°s 7 et 15. Mais si les quartiers n'ont que les rangées horizontales ou verticales égales à 130, on n'obtient que 16 ou 4 variantes.

La méthode proposée s'applique encore avec plus de facilité à la construction des carrés semi-diaboliques et simples, mais nous croyons inutile d'en donner des exemples.

IV. — Les carrés semi-diaboliques de 8.

Voici une méthode, citée par Violle, qui peut servir à construire un nombre énorme de carrés semi-diaboliques de 8, au moyen des carrés de 4. Parmi ces derniers, dont le nombre monte à 880, ne conviennent à cette méthode que 712, dans lesquels les deux diagonales sont com-

posées chacune de deux *petits nombres,* de 1 à 8, et de deux *grands nombres,* de 9 à 16. Mais on ne peut pas utiliser 168 carrés de 4 représentés par 42 types *, dans lesquels l'une des diagonales est formée d'un petit nombre et de trois grands nombres et l'autre d'un grand nombre et de trois petits nombres.

A cet effet, il faut diviser un carré de 64 cases en quatre quartiers, chacun de 16 cases, et placer dans chacun d'eux un des carrés de 4. Ensuite, il faut augmenter dans un des quartiers tous les petits nombres de 0, ou autrement dit les laisser sans augmentation, en ajoutant à tous les grands nombres de ce quartier un supplément égal à 48; dans le second carré, il faut ajouter aux petits nombres un supplément de 8 et aux grands nombres un supplément de 40 ; pour le troisième quartier, les suppléments sont égaux à 16 et à 32, et, pour le quatrième, tous les 16 nombres sont augmentés de 24.

Il y a trois manières différentes de disposer ces suppléments :

I

0 et 48	8 et 40
24	16 et 32

II

0 et 48	16 et 32
24	8 et 40

III

0 et 48	8 et 40
16 et 32	24

Il est évident : 1° que les nombres 1, 2... 16, augmentés de cette manière, donneront sur chaque rangée droite ou diagonale d'un quartier, une somme égale à $34 + 2 \times 48 = 130$; 2° que dans le carré de 8, aucun nombre de la progression 1, 2... 64 ne sera ni répété, ni omis ; et 3° que les carrés de 8 construits par cette méthode seront tous semi-diaboliques.

Les carrés de 4, posés dans chaque quartier, peuvent prendre une des huit positions produites par leur rotation et leur renversement. Ainsi, on aura $3 \times 8^4 = 12{,}288$ arrangements différents.

Outre cela, on peut n'employer pour tous les quatre quartiers qu'un seul des 712 carrés de 4, ce qui donne 712 variantes; ou on peut prendre deux carrés de 4 différents A et B, que l'on peut disposer de quatre manières différentes.

A	A
B	B

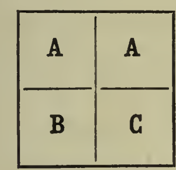
A	B
B	A

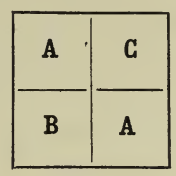
A	A
A	B

A	B
B	B

* Voir les planches I-VI de notre second opuscule intitulé : *Les Carrés magiques.* 1886.

ce qui donne $\frac{4 \times 712 \times 711}{1 \times 2}$ variantes; ou bien on peut prendre trois carrés de 4 différents A, B et C, que l'on peut disposer de deux manières, pour chaque répétition de A, ou de B, ou de C.





ce qui donne $\frac{6 \times 712 \times 711 \times 710}{1 \times 2 \times 3}$ variantes. Enfin, on peut prendre quatre carrés différents, ce qui donne : $\frac{712 \times 711 \times 710 \times 709}{1 \times 2 \times 3 \times 4}$ variantes. En faisant la somme des nombres des variantes et en les multipliant par 12,228, nous trouvons que cette méthode produit plus de 300 trillions de types de carrés semi-diaboliques de 8, dont chacun donne $2^3 \times (1 \times 2 \times 3) \times 4 = 192$ carrés semi-diaboliques.

Nous n'en donnons ici qu'un seul exemple ; c'est un carré de 8 composé de quatre carrés différents de 4, d'après la manière n° I :

	1	62	7	60	9	54	51	16	
Cl. I forme 18.	6	63	4	57	15	53	52	10	Cl. II forme 31.
	59	2	61	8	56	12	13	49	
	64	3	58	5	50	11	14	55	
	40	26	31	33	17	19	48	46	
	25	35	38	32	44	47	18	21	
Cl. II forme 74.	36	30	27	37	45	42	23	20	Cl. III forme 43.
	29	39	34	28	24	22	41	43	

Cette étude fait voir que les carrés magiques peuvent présenter un certain intérêt comme une application de la théorie des combinaisons et explique pourquoi Euler les a rangés dans le domaine de cette théorie.

V. — Les carrés magiques a symétrie latérale.

Nous appellerons ainsi les carrés pairs dans lesquels les nombres complémentaires, dont la somme est égale à $(n^2 + 1)$, sont disposés symétriquement par rapport à l'axe vertical (ou horizontal) du carré.

Ils peuvent être simplement magiques ou semi-diaboliques, mais non diaboliques, car dans ces derniers les nombres complémentaires sont disposés sur les diagonales. Les carrés de cette espèce sont très faciles à construire et donnent un grand nombre de variantes.

En effet, par la transposition des couples des nombres complémentaires dans tous les couples des rangées correspondantes, on obtient : $\left[1 \times 2 \times 3 \times \ldots . \times (n-2)\right]^{\frac{n}{2}}$ variantes, et par la transposition des rangées correspondantes, on obtient : $2^{\frac{n-2}{2}}$ variantes ; de sorte que le total des variantes donné dans ces deux transformations sera égal à :

$$2^{\frac{n-2}{2}} \times \left[1 \times 2 \times 3 \times \ldots . . \times (n-2)\right]^{\frac{n-2}{2}}$$

Ainsi, pour $n = 6$, on aura $4 \times 24^3 = 71,296$ variantes.

Voici une méthode expéditive pour tracer les carrés de cette espèce. Prenons $n = 6$, et écrivons d'abord les petits nombres de 1 à 18, puis les grands et, enfin, au-dessous de chaque couple, la différence de ces deux nombres :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
Différences :	35	33	31	29	27	25	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1

Ces différences sont positives ou négatives, donc on a 36 différences absolues, mais nous ne considérerons que 18 différences numériques, sans faire attention à leur signe.

Pour construire un carré à symétrie latérale, il suffit de ne déterminer qu'une seule de ses moitiés. Dans ce qui suit, nous construirons toujours la moitié gauche des carrés, composée des rangées verticales n^{os} I, II et III.

Montrons maintenant en quoi consiste notre méthode : Il faut distribuer les 18 différences numériques en trois séries de 6 différences, telles que chacune de ces séries puisse être divisée en deux groupes, donnant les sommes égales, l'un de ces groupes pouvant être composé de une, de deux ou de trois différences, et l'autre de cinq, de quatre ou de trois différences. Pour cela, on peut composer d'abord la première série, puis la seconde et, enfin, il faut s'assurer si les 6 différences qui restent pour la troisième série, peuvent former deux groupes donnant des sommes égales. Si toutes les trois séries sont divisibles en deux groupes égaux, il ne restera qu'à remplacer dans chacune d'elles les différences composant un groupe par les petits nombres ou les différences de l'autre groupe par les grands nombres du couple corres-

pondant. Chacune de ces trois nouvelles séries exprimera les nombres de l'une des rangées. Mais on n'obtient ainsi généralement que des carrés semi-magiques. Pour les rendre complètement magiques, il suffit de faire la transposition de quelques nombres.

a		d			a'
	b			b'	
e		c	c'		
E		C	C′		
	B			B′	
A		D			A′

Nommons a, b, c, A′, B′, C′ les nombres d'une diagonale et a', b', c', A, B, C les nombres de l'autre diagonale, les nombres a', b', c', A′, B′, C′ étant complémentaires des nombres a, b, c, A, B, C.

On a : $a + b + c = 111 + (A' + B' + C')$ et

$$A + B + C = (37 - A') + (37 - B') + (37 - C') = 111 - (A' + B' + C'),$$

d'où l'on tire :

$$A + B + C = a + b + c.$$

Voici l'égalité qui doit exister pour que le carré devienne complètement magique.

Pour qu'un carré devienne semi-diabolique, il faut en outre satisfaire à l'égalité suivante, que l'on déduit de la même manière :

$$D + B + E = d + b + e$$

Passons maintenant aux exemples qui suffiront pour expliquer notre méthode.

1) Prenons les trois séries suivantes :

$$\text{I } (35 + 19) + (27 + 13 + 9 + 5) = 108;$$
$$\text{II } (29 + 25) + (33 + 11 + 7 + 3) = 108;$$
$$\text{III } (31 + 23) + (21 + 17 + 15 + 1) = 108;$$

qui sont toutes divisibles en deux groupes placés entre parenthèses, donnant chacun la somme égale à 54. On remarque tout de suite qu'à cause de l'égalité des groupes dans toutes les trois séries, ces dernières peuvent présenter, par la permutation des groupes, $1 \times 2 \times 3 = 6$ variantes. En outre, on peut y faire permuter, entre les groupes composés de 4 nombres, deux nombres donnant la somme égale, tels que $13 + 5 = 17 + 1$; ou $27 + 5 = 17 + 15$, etc. Enfin, on peut échanger entre deux séries deux nombres pris dans deux groupes différents, tels que les deux groupes d'une série soient augmentés et d'une autre diminués également ; par exemple, on peut échanger les nombres 19 et 5, et les nombres 25 et 11, après quoi les séries I et II deviendront :

$$\text{I } (35 + 25) + (27 + 13 + 11 + 9) = 120;$$
$$\text{II } (29 + 19) + (33 + 7 + 5 + 3) = 96.$$

2) Prenons encore trois séries :

$$\text{I } 35 + (15 + 9 + 7 + 3 + 1) = 70;$$
$$\text{II } (27 + 25) + (23 + 13 + 11 + 5) = 104;$$
$$\text{III } 33 + 31 + 29 + 21 + 19 + 17 = 150.$$

La série III[e] n'est pas divisible en deux groupes égaux. On peut la rendre divisible de plusieurs manières, par exemple en faisant :

$$\text{II } (33 + 27) + (23 + 21 + 11 + 5) = 120;$$
$$\text{III } (31 + 19 + 17) + (29 + 25 + 13) = 134.$$

L'exemple suivant montre comment un carré semi-magique peut être converti en carré magique et en carré semi-diabolique, suivant le procédé énoncé plus haut :

Carré semi-magique.

1	22	6			
23	3	16			
26	25	17			
27	28	18			
32	4	21			
2	29	30			

Carré magique.

1	22	6			
23	3	17			
26	25	18			
27	28	16			
32	4	21			
2	29	30			

Carré semi-diabolique.

1	22	24			
23	3	6			
26	25	18			
32	23	16			
27	4	30			
2	29	17			

Cette nouvelle étude sur les carrés magiques fait voir que ce problème intéressant offre des cas nombreux d'application de l'analyse combinatoire, ce qui explique pourquoi Euler l'a rapporté à cette branche des mathématiques.

1

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	a_1	b_1	c_1	d_1	e_1	f_1	g_1	h_1
II	a_2	b_2	c_2	d_2	e_2	f_2	g_2	h_2
III	a_3	b_3	c_3	d_3	e_3	f_3	g_3	h_3
IV	a_4	b_4	c_4	d_4	e_4	f_4	g_4	h_4
V	E_1	F_1	G_1	H_1	A_1	B_1	C_1	D_1
VI	E_2	F_2	G_2	H_2	A_2	B_2	C_2	D_2
VII	E_3	F_3	G_3	H_3	A_3	B_3	C_3	D_3
VIII	E_4	F_4	G_4	H_4	A_4	B_4	C_4	D_4

2

0 16 **1** 48 32	0 32 **14** 48 16	48 16 **7** 0 32	48 32 **12** 0 16
32 0 **15** 16 48	16 0 **4** 32 48	32 48 **9** 16 10	16 48 **6** 32 0
0 32 **10** 48 16	0 16 **5** 48 32	48 32 **16** 0 16	48 16 **3** 0 32
16 0 **8** 32 48	32 0 **11** 16 48	16 48 **2** 32 0	32 48 **13** 16 0

3

1	17	14	46	55	23	60	44
49	33	62	30	7	39	12	28
47	15	20	4	41	57	22	54
31	63	36	52	25	9	38	6
10	42	5	21	64	48	51	19
58	26	53	37	16	32	3	35
24	8	43	11	18	50	45	61
40	56	27	59	34	2	29	13

4

0 48 **1** 16 32	0 48 **14** 16 32	0 48 **11** 16 32	0 48 **8** 16 32
48 0 **15** 32 16	48 0 **4** 32 16	48 0 **5** 32 16	48 0 **10** 32 16
48 0 **6** 32 16	48 0 **9** 32 16	48 0 **16** 32 16	48 0 **3** 32 16
0 48 **12** 16 32	0 48 **7** 16 32	0 48 **2** 16 32	0 48 **13** 16 32

5

1	49	14	62	11	59	8	56
17	33	30	46	27	43	24	40
63	15	52	4	53	5	58	10
47	31	36	20	37	21	42	26
54	6	57	9	64	16	51	3
38	22	41	25	48	32	35	19
12	60	7	55	2	50	13	61
28	44	23	39	18	24	29	45

6

0 1	16 14	32 7	48 12	48 1	32 14	16 7	0 12
48 15	32 4	16 9	0 6	0 15	16 4	32 9	48 6
0 10	16 5	32 16	48 3	48 10	32 5	16 16	0 3
48 8	32 11	16 2	0 13	0 8	16 11	32 2	48 13
0 16	16 3	32 10	48 5	48 16	32 3	16 10	0 5
48 2	32 13	16 8	0 11	0 2	16 13	32 8	48 11
0 7	16 12	32 1	48 14	48 7	32 12	16 1	0 14
48 9	32 6	16 15	0 4	0 9	16 6	32 15	48 4

7

1	30	39	60	49	46	23	12
63	36	25	6	15	20	41	54
10	21	48	51	58	37	32	3
56	43	18	13	8	27	34	61
16	19	42	53	64	35	26	5
50	45	24	11	2	29	40	49
7	28	33	62	55	44	17	14
57	38	31	4	9	22	47	52

8

0 1	0 14	32 7	32 12	16 12	16 7	48 14	48 1
0 15	48 4	32 9	16 6	32 6	16 9	0 4	48 15
48 10	0 5	16 16	16 3	32 3	32 16	48 5	0 10
48 8	48 11	16 2	32 13	16 13	32 2	0 11	0 8
32 5	32 10	0 3	0 16	48 16	48 3	16 10	16 5
16 11	32 8	48 13	0 2	48 2	0 13	16 8	32 11
16 14	16 1	0 12	48 7	0 7	48 12	32 1	32 14
32 4	16 15	48 6	48 9	0 9	0 6	32 15	16 4

9

1	14	39	44	28	23	62	49
15	52	41	22	38	25	4	63
58	5	32	19	35	48	53	10
56	59	18	45	29	34	11	8
37	42	3	16	64	51	26	21
27	40	61	2	50	13	24	43
30	17	12	55	7	60	33	46
36	31	54	57	9	6	47	20

10

0 1	0 14	0 7	0 12	48 1	48 14	48 7	48 12
16 15	16 4	16 9	16 6	32 15	32 4	32 9	32 6
32 10	32 5	32 16	32 3	16 10	16 5	16 16	16 3
48 8	48 11	48 2	48 13	0 8	0 11	0 2	0 13
0 16	0 3	0 10	0 5	48 16	48 3	48 10	48 5
16 2	16 13	16 8	16 11	32 2	32 13	32 8	32 11
32 7	32 12	32 1	32 14	16 7	16 12	16 1	16 14
48 9	48 6	48 15	48 4	0 9	0 6	0 15	0 4

11

1	14	7	12	49	62	55	60
31	20	25	22	47	36	41	38
42	37	48	35	26	21	32	19
56	59	50	61	8	11	2	13
16	3	10	5	64	51	58	53
18	29	24	27	34	45	40	43
39	44	33	46	23	28	17	30
57	54	63	52	9	6	15	4

12

0 1	0 14	32 7	32 12	16 1	16 14	48 7	48 12
0 15	0 4	32 9	32 6	16 15	16 4	48 9	48 6
48 10	48 5	16 16	16 3	32 10	32 5	0 16	0 3
48 8	48 11	16 2	16 13	32 8	32 11	0 2	0 13
32 16	32 3	0 10	0 5	48 16	48 3	16 10	16 5
32 2	32 13	0 8	0 11	48 2	48 13	16 8	16 11
16 7	16 12	48 1	48 14	0 7	0 12	32 1	32 14
16 9	16 6	48 15	48 4	0 9	0 6	32 15	32 4

13

1	14	39	44	17	30	55	60
15	4	41	38	31	20	57	54
58	53	32	19	42	37	16	3
56	59	18	29	40	43	2	13
48	35	10	5	64	51	26	21
34	45	8	11	50	61	24	27
23	28	49	62	7	12	33	46
25	22	63	52	9	6	47	36

14

0 1	48 14	32 7	16 12	48 1	0 14	16 11	32 8
16 15	32 4	0 9	48 6	32 15	16 4	48 5	0 10
48 10	0 5	16 16	32 3	0 6	48 9	32 16	16 3
16 8	32 11	48 2	0 13	32 12	16 7	0 2	48 13
0 16	48 3	32 6	16 9	48 16	0 3	16 10	32 5
16 2	32 13	0 12	48 7	32 2	16 13	48 8	0 11
48 11	0 8	16 1	32 14	0 7	48 12	32 1	16 14
16 5	32 10	48 15	0 4	32 9	16 6	0 15	48 4

15

1	62	39	28	49	14	27	40
31	36	9	54	47	20	53	10
58	5	32	35	6	57	48	19
24	43	50	13	44	23	2	61
16	51	38	25	64	3	26	37
18	45	12	55	34	29	56	11
59	8	17	46	7	60	33	30
21	42	63	4	41	22	15	52

M. DELANNOY

Sous-intendant militaire, à Orléans.

EMPLOI DE L'ÉCHIQUIER POUR LA SOLUTION DE PROBLÈMES ARITHMÉTIQUES

— Séance du 18 août 1886. —

Au congrès de Rouen (séance du 17 août 1883), M. Édouard Lucas a lu un mémoire sur l'arithmétique figurative — les permutations. — « Cette communication, disait-il, a pour but de montrer l'emploi de l'é-« chiquier dans un grand nombre de recherches arithmétiques. On par-« vient ainsi à simplifier les démonstrations de théorèmes connus et à « trouver beaucoup d'énoncés nouveaux. »

Nous allons donner un nouvel exemple de l'emploi de l'échiquier, en l'appliquant à la résolution du problème suivant :

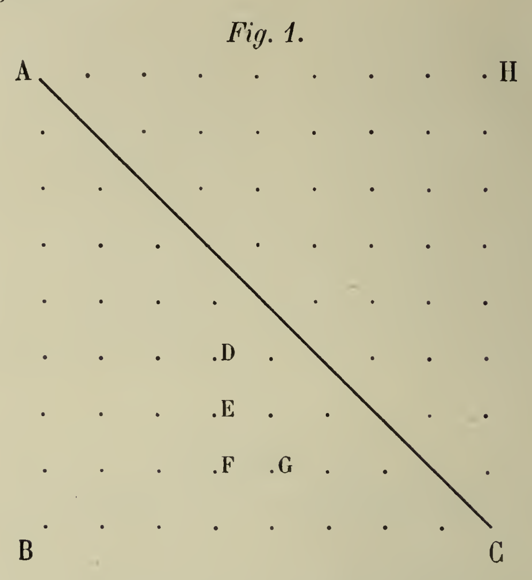
De combien de manières peut-on disposer 2 n *nombres sur 2 rangées de* n *nombres, de telle sorte que les nombres croissent toujours de gauche à droite et de haut en bas ?*

M. Tarry a montré que ce problème revient à trouver le *nombre de manières dont une tour peut se rendre d'une extrémité à l'autre de l'hypoténuse, sans sortir du demi-échiquier* A B C *de* n + 1 *cases de côté* (fig. 1), *la tour ne marchant que dans les sens* → *et* ↓.

M. Tarry a obtenu la solution pratique de cette question en construisant un triangle arithmétique (fig. 2) dans lequel un nombre quel-

conque est la somme des deux autres placés l'un au-dessus de lui, l'autre à sa gauche.

Fig. 1.



Pour obtenir la formule exprimant cette solution, on pourrait essayer d'appliquer à la figure 2 la méthode des séries récurrentes. Mais il ne serait pas facile de trouver ainsi la valeur du nombre à placer sur une case déterminée (x, y), x désignant l'abscisse et y l'ordonnée quand le point A est pris pour origine des coordonnées.

Fig. 2.

1							
1	1						
1	2	2					
1	3	5	5				
1	4	9	14	14			
1	5	14	28	42	42		
1	6	20	48	90	132	132	
1	7	27	75	165	297	429	429

Fig. 3.

1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	3	4	5	6	7	8
1	3	6	10	15	21	28	36
1	4	10	20	35	56	84	120
1	5	15	35	70	126	210	330
1	6	21	56	126	252	462	792
1	7	28	84	210	462	924	1716
1	8	36	120	330	792	1716	3432

Il sera, au contraire, aisé de calculer cette valeur en fonction de celles des nombres occupant les cases d'un carré arithmétique (fig. 3) construit de la manière indiquée ci-dessus.

Comme nous le montrerons, ces derniers nombres représentent des combinaisons dont nous connaissons la formule.

Si nous comparons le carré et le triangle arithmétiques, nous voyons que pour la 2e colonne on a, en désignant respectivement par $Q_{x,y}$ et $T_{x,y}$ le nombre placé dans la case (x, y) de chacune de ces figures :

$$Q_{1,y} = T_{1,y} + Q_{o,(y+1)}.$$

On aurait de même pour la 1re colonne :

$$Q_{o,y} = T_{o,y} + Q_{-1,y},$$

ce dernier terme étant nul.

Je dis que la formule

$$Q_{x,y} = T_{x,y} + Q_{(x-1),(y+1)}$$

est toujours vraie.

Pour le démontrer, il suffit de prouver que si elle est exacte pour une série de colonnes successives à partir de la première, elle le sera également pour la colonne suivante.

Admettons donc l'exactitude de cette formule pour les $x+1$ premières colonnes. On pourra se rendre de A (fig. 1) sur une case G $\left[(x+1), y\right]$ de la $(x+2)$e colonne, d'abord sans sortir du triangle ABC, ce qui se fera de $T_{(x+1),y}$ manières, puis en allant successivement (dans le carré) de A sur les cases F, E, ..., et passant de chacune d'elles sur la case à droite pour descendre ensuite sur la case G. Le nombre de manières de se rendre sur l'une quelconque (x, p) de ces cases F, E, ... est évidemment $Q_{x,p} - T_{x,p}$, car les marches contenues dans l'intérieur du triangle figurent déjà dans $T_{(x+1),y}$.

Nous aurons donc :

$$Q_{(x+1),y} = T_{(x+1),y} + Q_{x,y} - T_{x,y} + Q_{(x-1),y} - T_{(x-1),y} + \ldots$$
$$+ Q_{1,y} - T_{1,y} + Q_{o,y} - T_{o,y}.$$

Or, par hypothèse :

$$Q_{x,y} - T_{x,y} = Q_{(x-1),(y+1)};$$
$$Q_{(x-1),y} - T_{(x-1),y} = Q_{(x-2),(y+1)}.$$
$$\vdots$$
$$Q_{1,y} - T_{1,y} = Q_{o,(y+1)};$$
$$Q_{o,y} - T_{o,y} = 0;$$

donc

$$Q_{(x+1),y} = T_{(x+1),y} + Q_{(x-1),(y+1)} + Q_{(x-2),(y+1)} + \ldots + Q_{o,(y+1)}$$
$$= T_{(x+1),y} + Q_{x(y+1)}. \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

Il est facile d'obtenir la formule qui donne la valeur de $Q_{x,y}$. Pour se rendre de A sur la case (x, y) de l'échiquier carré, la tour doit faire x pas b dans le sens horizontal, et y pas a dans le sens vertical ; le nombre des marches de cette tour est donc égal au nombre des permutations que l'on peut former avec x lettres b et y lettres a, c'est-à-dire :

$$Q_{x,y} = \frac{1.2.3.\ldots.(x+y)}{1.2\ldots y \times 1,2\ldots x} = C_{x+y}^{x},$$

nombre des combinaisons x à x de $x+y$ lettres différentes.

Par suite :

$$T_{x,y} = C_{x+y}^{x} - C_{x+y}^{x-1} = \frac{y-x+1}{y+1} C_{x+y}^{x}.$$

Si nous faisons $y = x$, il vient :

$$T_{2x} = \frac{1}{x+1} C_{2x}^{x},$$

c'est la formule cherchée.

Ainsi nous voyons qu'*il y a* $\frac{1}{n+1} C_{2n}^{n}$ *manières de disposer* 2n *nombres sur deux rangées égales, de telle sorte que les nombres aillent toujours en croissant de gauche à droite et de haut en bas.*

L'examen du carré arithmétique fournit des remarques intéressantes :

1° Les nombres placés sur les parallèles à la diagonale BH, sont ceux du triangle arithmétique de Pascal (remarque de M. Tarry) ;

2° $C_{x+y}^{x} = C_{x+y-2}^{x} + 2C_{x+y-3}^{x-1} + 3C_{x+y-4}^{x-2} + \ldots + xC_{y-1}^{1} + (x+1)C_{y-2}^{0}$;

3° $C_{x+y}^{x} = C_{x+y-1}^{x} + C_{x+y-1}^{x-1}$;

4° $C_{x+y}^{x} - C_{x+y}^{x-1} = C_{x+y-1}^{x} - C_{x+y-1}^{x-2}$;

5° $C_{x+y}^{x} = C_{x+y-1}^{x-1} + C_{x+y-2}^{x-1} + \ldots + C_{x}^{x-1} + C_{x-1}^{x-1}$.

Cette dernière formule, qui donne la somme des nombres figurés des divers ordres, se trouve dans tous les traités d'algèbre où il est question du triangle arithmétique de Pascal.

6° Parmi les permutations que l'on peut former avec x lettres b et y lettres a, il y en a C_{x+y-1}^{x} commençant par a, et C_{x+y-1}^{x-1} commençant par b ;

7° Parmi les permutations commençant par a, le nombre de celles qui sont telles qu'en s'arrêtant à un point quelconque de la permutation le nombre des b n'est jamais supérieur à celui des a qui précèdent, est

$T_{x+y-1} = \frac{y-x+1}{y+1} C^x_{x+y-1}$ et, par suite, le nombre des permutations commençant par a, qui jouissent de la propriété opposée, est $\frac{x}{y+1} C^x_{x+y-1}$.

Ces différents théorèmes, qui résultent du mode même de construction du carré arithmétique, seraient bien plus longs et plus difficiles à trouver, soit directement, soit au moyen des formules des combinaisons.

Le triangle arithmétique de Pascal (fig. 4) représente le nombre des marches d'une reine qui ne peut se mouvoir que dans les sens ↓ et ↘

Fig. 4.

1							
1	1						
1	2	1					
1	3	3	1				
1	4	6	4	1			
1	5	10	10	5	1		
1	6	15	20	15	6	1	
1	7	21	35	35	21	7	1

Si la reine était astreinte à faire p pas dans la colonne de rang p, on obtiendrait alors le triangle arithmétique représenté dans la figure 5, qui donne la solution pratique du problème suivant :

De combien de manières peut-on former un nombre N *avec des nombres non croissants ?*

Nous n'avons pu jusqu'ici trouver la formule qui exprime la solution.

Dans la figure 5 un nombre quelconque de la colonne de rang p est égal à la somme des deux nombres placés l'un p rangs au-dessus de lui dans la même colonne, et l'autre un rang au-dessus de lui dans la colonne précédente.

Des deux colonnes placées à droite du triangle, la première, qui contient la somme des nombres de la ligne correspondante, représente

le nombre de manières de former le nombre N avec des nombres non croissants, et la deuxième contient les valeurs correspondantes de N.

Fig. 5.

																NOMBRE de solutions.	VALEURS de N.
1																1	1
1	1															2	2
1	1	1														3	3
1	2	1	1													5	4
1	2	2	1	1												7	5
1	3	3	2	1	1											11	6
1	3	4	3	2	1	1										15	7
1	4	5	5	3	2	1	1									22	8
1	4	7	6	5	3	2	1	1								30	9
1	5	8	9	7	5	3	2	1	1							42	10
1	5	10	11	10	7	5	3	2	1	1						56	11
1	6	12	15	13	11	7	5	3	2	1	1					77	12
1	6	14	18	18	14	11	7	5	3	2	1	1				101	13
1	7	16	23	23	20	15	11	7	5	3	2	1	1			135	14
1	7	19	27	30	26	21	15	11	7	5	3	2	1	1		176	15
1	8	21	34	37	35	28	22	15	11	7	5	3	2	1	1	231	16

Les nombres placés sur une même ligne donnent aussi le nombre des solutions commençant par les chiffres 1, 2,... N.

Ainsi pour N = 6, il y a :

	1	solution	commençant par	1
	3	—	—	2
	3	—	—	3
	2	—	—	4
	1	—	—	5
	1	—	—	6
Total.....	11			

M. P. CHENEVIER

Architecte départemental, à Verdun.

LA SÉCURITÉ DES SPECTATEURS DANS LES THÉATRES ACTUELS AU POINT DE VUE DE L'INCENDIE DE CES ÉDIFICES.

— *Séance du 13 août 1886* —

Les dangers qui menacent les spectateurs dans les théâtres peuvent être ainsi classés d'après une statistique de leur fréquence donnée par M. Choquet :

Asphyxies, écrasements, chutes, brûlures.

On voit d'abord que le péril le moins à craindre en cas d'incendie c'est d'être brûlé vif. L'asphyxie, ou plutôt l'empoisonnement par le gaz oxyde de carbone, donne au contraire le plus grand et l'on peut presque dire le seul contingent de victimes.

On doit ajouter que le principal élément de danger provient du public lui-même, car dans un incendie, si violent qu'il puisse être, rien n'est irrémédiable sauf une panique.

Il résulte en effet d'expériences spéciales que la sortie du public peut s'effectuer complètement en trois minutes et demie pour une salle de moyenne importance et en cinq ou six minutes pour un théâtre très vaste.

Or, comme un incendie de cette nature ne peut prendre son entier développement en moins de cinq minutes, il en résulte que : *même dans un grand théâtre, le public s'écoulant régulièrement pourrait gagner la rue avant que l'incendie devînt dangereux pour lui.*

Malheureusement, l'affolement des spectateurs augmenté par l'obscurité ou par la vue des flammes les pousse à s'élancer en masse vers les rares issues qui donnent, surtout aux étages supérieurs, accès de la salle dans les couloirs. Ces dégagements sont donc immédiatement obstrués.

Quant aux risques d'incendie, ils proviennent surtout de l'éclairage au gaz et leur foyer est constitué, dans la grande majorité des cas, par la scène et ses dépendances.

On voit donc que les mesures destinées à préserver la vie des spectateurs doivent tendre :

1° A empêcher les gaz délétères provenant de la combustion de pénétrer dans la salle.

2° A favoriser l'évacuation rapide des galeries, tout en donnant aux spectateurs un abri temporaire contre les flammes et la fumée.

3° A diminuer les risques d'incendie.

4° A maîtriser dès sa naissance tout foyer dangereux.

Les moyens d'exécution que nous proposons pour atteindre ces résultats sont :

1° Établissement de châssis d'aérage au-dessus de la scène. Pose d'un rideau en fer plein.

2° Augmentation des issues sur les couloirs des galeries supérieures. Agrandissement suffisant de ces couloirs pour qu'ils puissent contenir et abriter tous les spectateurs d'un étage. Isolement des corridors avec la salle par des cloisons et des portes incombustibles fermant seules.

3° Perfectionnements dans l'éclairage. Diminution considérable, au moins sur la scène, des matériaux inflammables.

4° Protection spéciale de la scène par un système hydraulique fortement organisé.

L'amélioration la plus importante qu'il y aurait lieu d'exiger dans tous les théâtres au point de vue de la sécurité des spectateurs c'est l'établissement de châssis d'aérage au-dessus de la scène.

Nous l'avions déjà réclamée au moment des derniers sinistres de Nice et de Vienne et cette mesure de prudence a été adoptée par tous ceux qui ont examiné, *après nous,* les risques d'incendie qu'on rencontre à l'état permanent dans tout théâtre.

La commission du Ring-Theater l'a prescrite ; M. Scheurer-Rott demande des cheminées spéciales ; M. Vivien préfère des soupapes de grande dimension ; enfin, MM. Piccoli et Choquet admettent un lanterneau au-dessus de la scène.

Nous pouvons citer une application de lanterneau faite à Buda-Pesth en 1884, et il paraît qu'en Amérique on recouvre couramment la scène d'un comble vitré dont les carreaux se brisent naturellement dès la première atteinte de l'incendie et livrent ainsi passage à la fumée et aux flammes qui ne sont plus attirées dans la salle*.

Nous conseillerons seulement de compléter cette solution pratique par la pose de grillages extérieurs qui retarderaient la sortie des flammes tout en laissant un libre passage aux gaz et diminueraient l'intensité de la combustion.

Le rideau de fer plein est indispensable pour isoler la scène de la salle. Sa construction est facile et son application peut être prescrite dans tous les théâtres déjà construits.

* Il existe également des châssis vitrés au-dessus du gril de la scène du Grand-Opéra de Paris et du théâtre de Reims.

En cas d'incendie, sa descente faite en temps opportun retarde l'envahissement de la salle par les gaz délétères et cache au public la vue des flammes et par conséquent l'imminence du péril qui le menace. Il rassure les craintifs et permet l'écoulement régulier de la foule jusqu'à la rue, sinon sans presse, du moins sans panique.

L'insuffisance du rideau de toile métallique qui existe encore dans la plupart des théâtres est démontrée maintenant, puisque cette clôture à claire-voie ne peut empêcher l'accès de la fumée et des gaz de la combustion dans la partie réservée aux spectateurs.

Il est évident que le meilleur moyen d'assurer la sécurité du public consiste à lui permettre de sortir rapidement de la salle. Il faut donc que les issues sur les couloirs soient nombreuses pour qu'elles n'aient à laisser passer chacune qu'un petit groupe de spectateurs.

Il faut ensuite que ces couloirs soient assez vastes pour contenir le public de tout un étage.

Il faut enfin que le mur du fond des loges et les portes, *fermant seules,* qui donnent accès aux galeries puissent résister à l'incendie, au moins pendant quelques instants, dans le cas où il envahit la salle.

En effet, dans le cas d'alerte, le public s'étouffe aux orifices des escaliers et obstrue les passages disponibles, quelque larges qu'ils puissent être, parce qu'il sait que l'incendie peut l'atteindre dans ces corridors et dans ces escaliers, même quand il a quitté la salle.

Si, au contraire, la foule était assurée de se trouver en sûreté dans les couloirs, elle attendrait dans une sécurité relative le moment de descendre les escaliers plus ou moins étroits et arriverait à la rue, sinon en ordre, au moins sans affolement dangereux.

Dans tous les cas, la salle serait évacuée en un instant et le sauvetage des blessés restés dans les couloirs se ferait rapidement et sûrement par les accès sur la rue demeurés libres.

Malheureusement, le rétrécissement du couloir des galeries supérieures et de l'amphithéâtre existe dans presque tous les théâtres et c'est une disposition profondément regrettable.

Au lieu d'augmenter les dégagements en raison du nombre des spectateurs que chaque galerie est appelée à recevoir, on les rétrécit, on les étrangle, on les supprime même à l'amphithéâtre et l'on crée ainsi une situation exceptionnellement dangereuse pour ceux qui occupent ces places, puisque leur évacuation est rendue plus difficile et qu'elles sont envahies les premières par la fumée et par les flammes.

Il faut bien dire que le plus fort contingent de victimes des incendies de théâtres est fourni par les galeries supérieures. Nous estimons que le danger est maximum à l'amphithéâtre ; qu'il diminue proportion-

nellement avec la hauteur des étages et qu'il devient nul au rez-de-chaussée, puisque l'air y reste respirable pendant un temps suffisant pour que des secours puissent être apportés, même aux blessés qui n'auraient plus la force de gagner les sorties.

A notre avis, c'est sur la recherche des moyens d'obtenir l'évacuation rapide des galeries supérieures que doivent porter tous les efforts faits pour assurer la complète sécurité du public.

Les améliorations que nous proposons d'apporter dans le service de l'éclairage au gaz, qui peut être considéré comme la cause principale des incendies de théâtres, portent principalement sur les moyens d'éviter l'allongement des flammes et leur combustion à l'air libre. Nous pensons donc que chaque bec de gaz devrait être surmonté d'un verre incassable en mica, d'une cheminée fermée en toile métallique et d'un régulateur à maxima empêchant la flamme de dépasser une intensité déterminée à l'avance, mais ne gênant en aucune façon les manœuvres d'éclairage faites en réduisant la pression ordinaire dans la canalisation.

Les tuyaux de conduite doivent être en métal dur, cuivre ou fer, sur la scène ; partout ailleurs, sauf dans les endroits où ils sont apparents et à portée du public, ils peuvent être en plomb.

Les herses doivent être à double enveloppe et la rampe à flamme renversée.

L'éclairage d'un théâtre devrait être divisé en trois parties indépendantes, pourvues chacune d'une canalisation et d'un compteur spéciaux, de manière à éviter une extinction subite et totale des lumières dans tout l'édifice.

La première tuyauterie commanderait la scène et la salle par le jeu d'orgue.

Le deuxième réseau alimenterait l'administration et les loges d'artistes.

Enfin, la dernière canalisation serait réservée pour l'éclairage des escaliers et des couloirs ainsi que pour l'alimentation des quelques becs de la salle qui resteraient allumés dans le cas d'une extinction soudaine du lustre. Le compteur de cette partie de l'éclairage serait placé à proximité de la rue, dans un local qui devrait être construit de façon à rester accessible en cas d'incendie.

Les becs des couloirs seraient enfermés dans des enveloppes de verre mises en communication avec l'extérieur de manière à assurer le fonctionnement normal des lumières même dans une atmosphère délétère.

L'éclairage de secours à l'huile prescrit actuellement est insuffisant en ce sens que les lampes s'éteindraient naturellement dans un air impur avant que l'atmosphère devînt tout à fait irrespirable pour les spectateurs restés dans les couloirs. L'obscurité de ces parties du théâtre ne serait donc pas évitée.

Toute flamme à air libre devant être proscrite dans un théâtre, la pratique déplorable de l'allumage à l'alcool doit être supprimée et les allumoirs électriques à main qui donnent toutes garanties peuvent être recommandés.

L'allumage automatique, facile à installer, présenterait de plus grands avantages et permettrait de procéder à un réallumage immédiat dans le cas d'une extinction subite des lumières et principalement de celles d'un accès difficile.

La lumière électrique sera évidemment l'éclairage de l'avenir pour les théâtres, car elle présente beaucoup de garanties au point de vue des risques d'incendie. Malheureusement, les conditions onéreuses de son installation ne permettent de l'établir actuellement que sur des scènes de premier ordre.

La réduction des matériaux inflammables accumulés sur la scène d'un théâtre a été réclamée bien souvent, mais chaque fois que, profitant des dispositions favorables des directeurs ou des municipalités, on a voulu l'étudier pratiquement, on s'est heurté à des difficultés de divers ordres dont la principale a toujours été l'augmentation considérable de dépenses qu'entraînaient les dispositions prises.

Il faut bien dire aussi que si les moyens proposés jusqu'ici ne manquent pas, aucun n'a fait ses preuves d'une manière définitive et qu'ils présentent généralement de grands avantages à côté parfois de réels inconvénients.

Nous estimons, pour notre part, que la mesure la plus pratique et la moins onéreuse consisterait à maroufler la face postérieure des décors, des frises et des fonds avec un papier spongieux retenant dans sa masse une solution ignifuge quelconque. Cette doublure ne coûterait guère plus cher que les vieilles affiches qui sont habituellement employées à cet usage et elle aurait tous les avantages des préparations anti-inflammables sans en présenter les inconvénients.

Quant aux bois apparents, ils pourraient être recouverts du même papier préservateur, ou bien enduits d'une peinture caséeuse composée de fromage et de chaux éteinte.

Ces préparations suffiraient pour empêcher un incendie quelconque éclatant sur la scène de se propager rapidement. Elles ne donneraient pas une garantie complète de résistance au feu, mais elles retarderaient suffisamment la combustion pour qu'il fût possible d'attaquer un foyer dangereux et de le maîtriser dans son germe.

Nous ne parlerons que pour mémoire de la protection spéciale de la scène par un système hydraulique fortement organisé.

Cette installation doit être faite de façon à permettre dès la première

alerte *de projeter le fluide extincteur avec rapidité et indéfiniment, de plusieurs points à la fois, dans toutes les parties accessibles ou non d'un théâtre.*

Nous proposons, comme moyen d'attaque supplémentaire, l'établissement de tourniquets hydrauliques disposés en quinconce sous le gril de manière à couvrir instantanément toute la surface située au-dessous d'eux d'une véritable pluie qui ne serait peut-être pas suffisante pour éteindre l'incendie lui-même, mais qui empêcherait à coup sûr la propagation des flammes de s'étendre au delà du point primitivement attaqué.

Une seule vanne qui pourrait être ouverte : soit automatiquement par la chaleur de l'incendie, soit de l'extérieur du théâtre afin qu'elle restât constamment accessible, commanderait la canalisation spéciale des frises et les trois ou quatre tourniquets qui suffiraient pour une scène de moyenne importance.

Avec un pareil ensemble de mesures préventives et défensives soutenues par une surveillance complète et stricte de toutes les parties du bâtiment, on arriverait certainement à réduire les dangers d'incendie dans les théâtres, et par conséquent à augmenter la sécurité des spectateurs.

M. Ch. HERSCHER

Ingénieur, à Paris.

ÉTUDE THÉORIQUE SUR LE SIPHON AUTOMATIQUE DE CHASSE D'EAU DU SYSTÈME GENESTE, HERSCHER ET CARETTE

— Séance du 14 août 1886. —

Les conditions auxquelles les appareils automatiques de chasse d'eau doivent satisfaire, sont les suivantes :

— L'amorçage doit être instantané, afin d'éviter la dépense en pure perte d'une partie de l'eau destinée au lavage ;

— L'amorçage doit, en outre, être indépendant du régime d'alimentation des réservoirs de chasse, afin que, même avec une alimentation variable ou lente, le fonctionnement du siphon reste assuré ;

— Les appareils d'amorçage, comme les siphons eux-mêmes, doivent être d'une construction simple et robuste et présenter des passages non susceptibles d'obstruction ; les appareils offrent ainsi les garanties de

durée nécessaires et peuvent fonctionner même avec des eaux impures chargées de matières en suspension ;

— Éviter les pièces mobiles, l'emploi de celles-ci causant toujours, au bout d'un certain temps, des dérangements ou des détériorations ;

— Dans la pose des siphons, éviter toute obligation de précision ou de réglage exceptionnel, afin que l'installation de l'appareil puisse toujours être effectuée par un ouvrier ordinaire ;

— Éviter les rentrées d'air dans les siphons pendant les chasses ; ces rentrées d'air nuisant au débit et pouvant même arrêter l'écoulement ;

— Le désamorçage normal et le rétablissement de la pression atmosphérique dans les siphons doivent se produire très rapidement ; sinon, après une chasse, dans le cas d'une alimentation abondante, on observe fréquemment un écoulement continu en déversoir ;

— Le rétablissement de la pression atmosphérique dans les siphons doit pouvoir s'effectuer sûrement, même avec des conduites noyées ou présentant des obturations siphoïdes ;

— Les inondations susceptibles de se produire à l'aval, soit à la suite d'orages, de barrages ou pour toute autre cause, ne doivent pas non plus dérégler les siphons ; le fonctionnement normal doit reprendre dès que les eaux se retirent.

L'appareil automatique de chasse d'eau système Geneste, Herscher et Carette satisfait à toutes les conditions énumérées ci-dessus.

Description théorique de l'appareil. — L'appareil, ramené à sa plus simple expression, se compose d'un siphon à cloche dont la longue branche plonge d'une hauteur déterminée dans une retenue d'eau.

A l'extérieur de ladite branche, et en communication avec elle, se trouve le dispositif de détente que nous appelons *détendeur pneumatique,* toujours immergé et, par suite, toujours en état de fonctionnement.

L'ensemble de l'appareil s'inspire des principes de la Fontaine de Héron ; l'amorçage résulte de la combinaison appropriée des actions suivantes :

Compression de l'air enfermé dans le siphon ;

Transmission de la pression par l'intermédiaire du fluide emprisonné ;

Dénivellation dans les deux branches du siphon ;

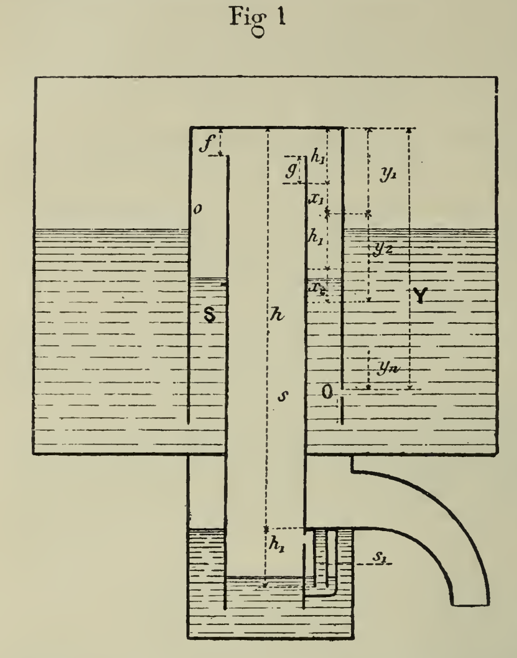
Détente brusque de l'air comprimé qui s'échappe et suppression de toute dénivellation.

Ces diverses actions sont répétées autant de fois qu'il est nécessaire jusqu'au moment de la détente finale qui provoque l'amorçage instantané de l'appareil.

Les compressions et détentes successives ont pour but d'éviter les

rentrées d'air dans le siphon pendant la chasse, tout en limitant à une hauteur voulue l'immersion de la longue branche de l'appareil.

Relation entre les divers éléments. — Étant données (fig. 1) :



S la section annulaire de la courte branche du siphon ;

s la section de la longue branche;

s_1 la section annulaire de l'appareil détendeur ;

h la hauteur de la longue branche depuis le niveau de la retenue jusqu'au sommet du siphon ;

h_1 la hauteur maxima de la compression déterminée par le détendeur ;

P la pression atmosphérique évaluée en mètres d'eau.

Soient : $y_1, y_2, y_3 \cdots y_{n-1}, y_n$ les hauteurs représentant les variations du niveau de l'eau entre chaque fonctionnement du détendeur.

L'application de la loi de Mariotte aux phases successives de compression et de détente, nous fournit les équations suivantes :

$$\mathrm{P}(\mathrm{S}y_1 + sh) = (\mathrm{P} + h_1)(\mathrm{S}h_1 + \underbrace{sh + sh_1 + s_1h_1}_{\mathrm{A}}) \quad (1)$$

$$\mathrm{P}\left[\mathrm{S}(y_2 + y_1) + sh\right] = (\mathrm{P} + h)\left[\mathrm{S}(h_1 + y_1) + \mathrm{A}\right] \quad (2)$$

$$\mathrm{P}\left[\mathrm{S}(y_3 + y_2 + y_1) + sh\right] = (\mathrm{P} + h)\left[\mathrm{S}(h_1 + y_1 + y_2) + \mathrm{A}\right] \quad (3)$$

. . . . (.)

. . . . (.)

. . . . $(n-1)$

$$\mathrm{P}\left[\mathrm{S}(y_n + \cdots + y_2 + y_1) + sh\right] = (\mathrm{P} + h_1)\left[\mathrm{S}(h_1 + y_1 + y_2 + \cdots + y_{n-1}) + \mathrm{A}\right] \quad (n)$$

posons $\dfrac{\mathrm{P} + h_1}{\mathrm{P}} = 1 + p$.

L'équation (1) nous permet de calculer y_1 :

$$y_1 = \frac{(\mathrm{S} + s + s_1)\,h_1\,(1 + p) + psh}{\mathrm{S}}.\text{*} \quad (a)$$

* En négligeant le terme psh, on obtient une valeur approchée de y_1, il est facile de déterminer approximativement la hauteur qu'il convient de donner à la cloche pour obtenir un nombre déterminé de compressions.

Les autres équations nous permettent de déterminer chacune des valeurs $y_2, y_3 \cdots y_n$ en fonction de y_1.

Nous avons :

$$y_2 = (1 + p)\, y_1$$
$$y_3 = (1 + p)^2\, y_1$$
$$\cdots\cdots\cdots$$
$$y_n = (1 + p)^{n-1}\, y_1.$$

La somme des termes de cette progression donne :

$$\sum y_n = \frac{(1 + p)\left[(1 + p)^{n-1} - 1\right] y_1}{p}. \qquad (b)$$

Détermination du point de départ de la compression initiale. — La formule (b) permet de fixer le point de départ de la première compression pour un nombre quelconque de détentes successives précédant la détente finale qui détermine l'amorçage.

Cette solution convient à notre appareil, parce que le détendeur immergé dans l'eau de la retenue du siphon se trouve toujours en état de fonctionnement, ce qui permet d'opérer les compressions et détentes prévues.

Nous ne pensons pas que la même qualité se retrouve dans d'autres systèmes. Généralement dans ceux-ci, quand un échappement d'air s'est produit sans provoquer l'amorçage, il n'est plus possible de recommencer une nouvelle compression.

En pratique, le nombre des détentes est limité par le nombre des hauteurs $y_1 + y_2 + y_3 +$ etc., formant la somme Y, immédiatement inférieure à la longueur choisie pour la courte branche du siphon.

Au point ainsi déterminé, on perce un trou O sur la courte branche ou cloche du siphon. Cette ouverture O peut, sans inconvénient, avoir un diamètre suffisant pour éviter les chances d'obstruction; ses dimensions ne nuisent pas au débit du siphon, puisque ladite ouverture se trouvant au bas de la cloche, il ne se produit pas de rentrée d'air avant la fin de la chasse.

Compressions et détentes multiples. — Lorsque l'eau du réservoir de chasse vient fermer l'orifice O, l'air emprisonné dans le siphon se comprime, et lorsque la compression atteint sa valeur limite h_1, un échappement d'air se produit par le détendeur, la surpression et les dénivellations disparaissent à la fois, et au même moment, la pression atmosphérique se trouve rétablie dans le siphon ; — puis une nouvelle compression commence, les mêmes phénomènes se reproduisent, et lorsque le niveau extérieur de l'eau atteint le sommet de la cloche du siphon, la détente finale a lieu ; l'eau du réservoir déborde en cataracte.

dans la longue branche du siphon et produit instantanément l'amorçage.

Ce procédé, ne dépendant nullement de l'importance du débit d'alimentation et n'exigeant aucun écoulement d'eau anticipé, permet d'obtenir l'amorçage instantané, même par une alimentation *goutte à goutte*.

Garde du siphon. — La hauteur $g = h_1 - f$ (fig. 1) s'appelle la garde du siphon. Cette garde, à laquelle nous donnons, et cela sans inconvénient, une hauteur plus que suffisante, permet de compter sur un fonctionnement assuré, sans exiger de précautions particulières dans la pose de l'appareil*.

Cas particulier. — Il est possible d'obtenir l'amorçage instantané à l'aide d'une compression et d'une détente uniques ; mais dans ce cas, le trou O se trouvant reporté vers le haut de la cloche en *o* (fig. 1), l'ouverture ainsi pratiquée donne lieu aux imperfections suivantes :

Si l'ouverture *o* est grande, l'air rentre dans le siphon pendant la chasse, au détriment du volume d'eau débité.

Si, au contraire, l'ouverture *o* est petite, elle rend très lent le rétablissement de la pression atmosphérique dans le siphon après la chasse, et même, lorsque l'alimentation est très abondante, l'appareil peut se déranger. Dans tous les cas, l'eau restant à la fin de la chasse dans la longue branche du siphon s'écoule lentement sans utilisation. D'autre part, le petit orifice *o* peut facilement se boucher, et le fonctionnement normal du siphon n'a plus lieu.

Cependant, pour les petits appareils, à la condition de garantir le trou *o* contre les chances d'obturation, et d'éviter l'alimentation à débit excessif, le système de la compression unique peut être souvent employé.

Siphons noyés à l'aval. — L'application des compressions et détentes successives se trouve elle-même en défaut lorsqu'on utilise le siphon pour le lavage des égouts accidentellement noyés, ou lorsque le conduit d'écoulement présente des inflexions obturatrices.

Tube barostatique et tube régulateur. — Nous allons exposer la solution simple applicable dans ce cas. Cette solution apporte un nouveau perfectionnement important à l'appareil.

Le siphon est pourvu d'un tube barostatique T qui maintient la cuvette de retenue inférieure en communication avec l'atmosphère, et d'un tube régulateur t, t_1, t_2. Quand ce tube régulateur n'existe pas et

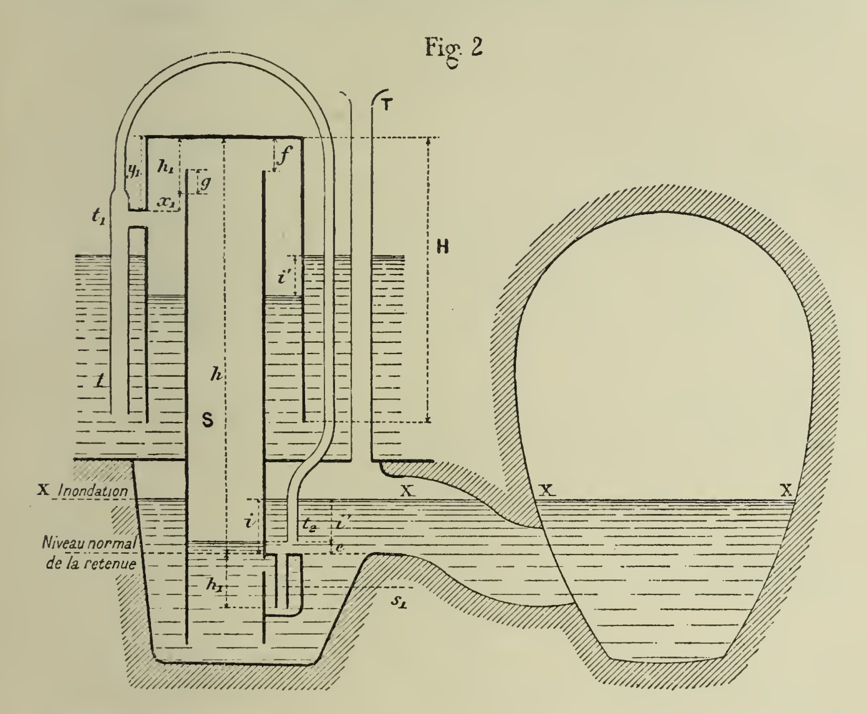
* La position du trou *o* percé sur la cloche n'est pas absolument invariable, ce qui permet une certaine latitude de construction ; cependant il faut éviter d'atteindre la limite pour laquelle on a : $g = o$; car alors le siphon ne présente plus de garde, et la moindre imperfection dans la pose empêche l'appareil de fonctionner. Cette faute de fabrication, bien facile à éviter ne peut se rencontrer que dans des appareils mal étudiés.

que l'aval du siphon se trouve noyé, le volume d'air enfermé dans l'appareil ne reste pas constant ; il diminue, devient :

$$\left[Sy_1 + s\,(h - i)\right]$$

et le siphon peut se trouver déréglé. Pour supprimer ce dernier inconvénient et rendre l'appareil aussi parfait que possible, il lui a été adapté

Fig. 2



un tube régulateur t, t_1, t_2. — L'extrémité t correspond au bas de la cloche du siphon ; — en t_1 se trouve établie la communication entre la cloche et le tube régulateur ; l'extrémité t_2 est placée à une faible distance au-dessus du niveau de la retenue.

Supposons une inondation atteignant le niveau XX, et examinons ce qui se produit dans le siphon (fig. 2).

La partie t_2 du tube régulateur plonge dans l'eau d'une quantité i', peu inférieure à i.

Dès que le réservoir de chasse commence à se remplir et que l'eau atteint le bas du tube t, le volume d'air enfermé dans le siphon est alors :

$$\left[SH + s\,(h - i) + v\right]$$

H représente la hauteur de la cloche ;
et v le volume d'air contenu dans le tube régulateur.

Maintien d'un volume d'air constant dans le siphon. — L'eau continuant à affluer dans le réservoir, l'air contenu dans le siphon se comprime d'abord à la pression i' et à partir de cette limite, l'air s'échappe en bulles par l'extrémité t_2 jusqu'au moment où l'eau vient fermer la communication t_1; on reconnaît alors que le volume d'air enfermé dans le siphon est précisément le volume constant nécessaire au fonctionnement de l'appareil d'amorçage. Ce volume, à la pression $P + i'$, est ici :

$$Sy_1 + s\left[h - (i - i')\right] = Sy_1 + sh - se.$$

On peut rendre la valeur $e = i - i'$ aussi petite qu'on le veut, en approchant l'extrémité t_2 du tube régulateur aussi près que possible du niveau de l'eau de la retenue. Mais pour faciliter, au moment du désamorçage, le fonctionnement rapide du tube régulateur, il convient de donner à e une valeur appréciable, qu'il est facile de déterminer en fixant à l'avance la réduction de garde d'amorçage que l'on peut admettre sans nuire à la marche du siphon, tout en tenant compte des imperfections de pose.

Étant donnée la garde minima g que nous voulons réserver, l'équation suivante nous permet de calculer e :

$$P\left[Sy_1 + s(h - e)\right] = (P + h_1 + e)\left[S(f + g) + s(h - e) + s(h_1 + e) + s_1 h_1\right].$$

En pratique, on peut, en négligeant la variation peu importante de volume provenant de la compression, écrire l'égalité :

$$se = Sg_1$$

g_1 réduction de la garde d'amorçage,
d'où

$$e = g_1 \frac{S}{s}.$$

Dans le cas d'un siphon dont les sections S et s sont dans le rapport de 1,5 à 1, ce qui est assez fréquent, si la garde g est, par exemple, de $0^m,06$, et que nous la réduisions de $0^m,02$, il reste une garde de $0^m,04$, donnant une garantie suffisante contre le défaut de verticalité du siphon ; nous trouvons alors :

$$e = 0^m,02 \times 1,5 = 0^m,03.$$

L'extrémité t_2 du tube régulateur se trouve ainsi à une distance convenable du niveau de la retenue inférieure et assurera le prompt rétablissement de la pression barométrique dans le siphon après la chasse.

Il convient de remarquer que la réduction de garde fixée ne se produira pas tant que l'appareil sera à l'état de fonctionnement normal.

Elle n'aura lieu que lorsque l'aval sera noyé, elle atteindra son maximum quand l'inondation arrivera au niveau t_2.

Pour un niveau supérieur compris entre t_2 et t, la compression anticipée s'exercera à notre profit, en ce sens que le volume d'air constant enfermé dans le siphon se trouve comprimé à la pression i'.

Dans l'hypothèse de l'inondation de l'aval des siphons, si l'eau continue à s'emmagasiner dans le réservoir de chasse, elle arrive et se maintient au niveau du tube T servant à l'aération de la cuvette de retenue, lequel tube se trouve alors utilisé comme trop-plein. Lorsque les eaux se retirent, la détente fonctionne au moment opportun et le siphon reprend son service régulier.

Qualités du tube régulateur. — Le tube régulateur, évitant le déréglage des siphons noyés, présente encore les avantages suivants :

Il permet d'amorcer le siphon après une compression unique, en évitant toute rentrée d'air pendant la chasse, les deux extrémités t et t_2 du tube régulateur restant immergées pendant toute la durée de l'écoulement de l'eau.

Ledit tube régulateur peut être choisi de grand diamètre, ce qui le met à l'abri des obstructions et permet de rétablir promptement la pression atmosphérique dans le siphon à la fin de la chasse ; le désamorçage et le retour du siphon à la pression barométrique sont très rapides.

Le siphon fonctionne encore sûrement, même lorsque l'alimentation du réservoir est produite par une arrivée d'eau relativement trop abondante pour laquelle les siphons ordinaires se dérèglent.

Enfin, comme c'est le cas pour les réservoirs de la ville de Paris, par exemple, dont les dimensions en surface et en hauteur varient, et où on veut n'utiliser pour les chasses automatiques qu'une partie de l'eau emmagasinée, il faut que les siphons de chasse soient construits de telle sorte que chaque appareil livré puisse être subordonné aux exigences locales. Or, c'est la position de l'orifice t du tube régulateur qui limite la chasse ; et la partie t, t_1 étant mobile, un simple raccourcissement de cette partie, qui peut se faire même sur place, permet de régler facilement le volume d'eau à débiter.

Conclusions. — En résumé, l'appareil de chasse automatique qui vient d'être décrit, appareil composé : d'un siphon à cloche, d'un détendeur pneumatique et d'un tube régulateur, ne comporte aucun mécanisme et fonctionne toujours sûrement, avec les régimes d'alimentation les plus variables.

Les qualités principales du système sont les suivantes :

— Amorçage sûr et instantané, même avec une alimentation goutte à goutte ;

— Écoulement franc, plein et rapide dès le début et jusqu'à la fin de la chasse ;

— Organes robustes et passages à l'abri des obstructions ;

— Appareil sans aucune pièce mobile ;

— Pose facile, sans précautions spéciales ;

— Écoulement sans aucune rentrée d'air pendant toute la durée de la chasse ;

— Désamorçage brusque et rétablissement immédiat de la pression atmosphérique dans le siphon après la chasse ;

— Appareil non déréglé par les inondations et fonctionnant sans chance de dérangement, même avec des conduites noyées ou présentant des inflexions siphoïdes ;

— Disposition particulière, d'un emploi toujours facultatif, permettant de régler à volonté l'importance des chasses d'eau.

M. Ch. Ph. CAHEN

Capitaine du génie, à Grenoble.

APPAREILS DE SAUVETAGE DANS LES INCENDIES

— *Séance du 19 août 1886.* —

MESSIEURS,

Au congrès de l'an dernier, vous avez assisté aux exercices de sauvetage si intéressants du corps des pompiers de la ville de Grenoble. Vous avez vu employer une échelle montée sur un chariot qu'un mécanisme ingénieux développe en hauteur par le simple jeu d'une manivelle.

Cet engin dont vous avez apprécié l'utilité est malheureusement fort coûteux. On a eu l'idée de mettre à la portée des communes pauvres un

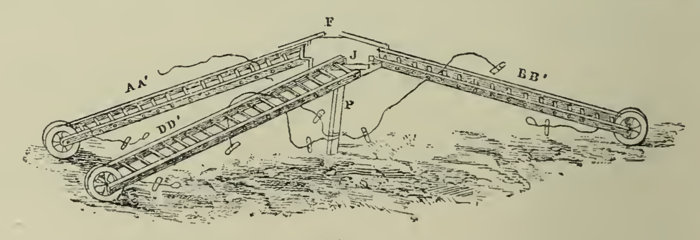


Fig. 1.

appareil moins parfait, il est vrai, mais d'un prix plus abordable, d'une exécution et d'un entretien plus aisés, même par des ouvriers rustiques.

L'appareil se compose (fig. 1) de trois au moins ou d'un plus grand nombre d'échelles ordinaires assez longues, qu'on n'assemble qu'au

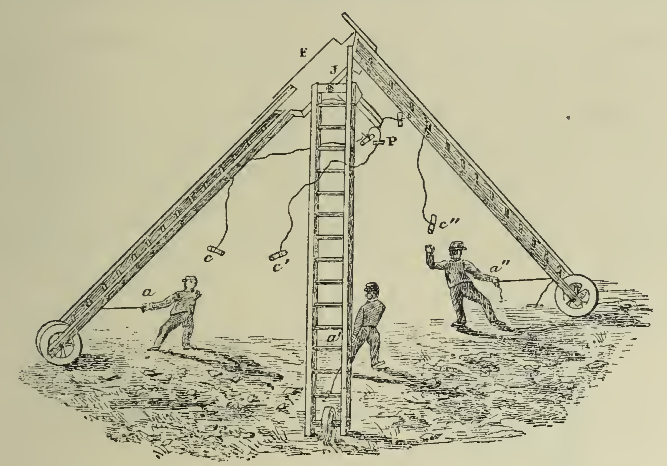


Fig. 2.

moment d'en faire usage à une plate-forme en bois F munie à sa partie inférieure d'un poinçon P.

Le mode d'assemblage employé permet aux échelles extrêmes par rapport à la plate-forme F un mouvement d'articulation autour d'un axe parallèle aux échelons. L'échelle médiane au contraire, fixée par le boulon unique J traversant un échelon mobile dans les montants qui lui

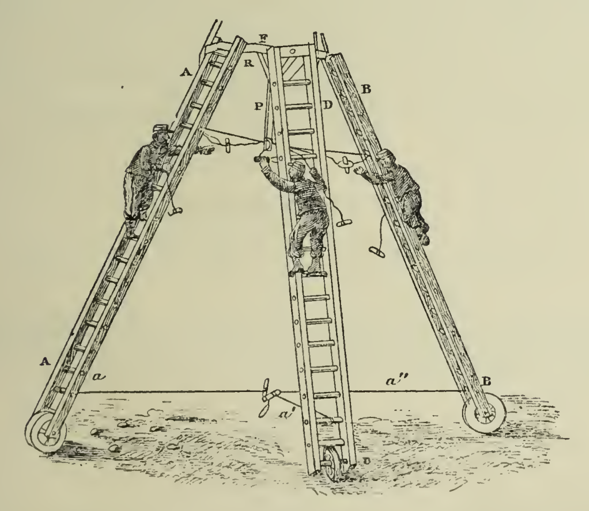


Fig. 3.

servent de coussinets, facilite, comme cela ressort de la figure 1, le montage de l'appareil dans une rue étroite et tortueuse.

La partie inférieure de chaque échelle étant munie d'une roue sur la

disposition de détail de laquelle on reviendra plus loin, on conçoit que le dressement puisse s'exécuter aisément en exerçant une traction sur les cordes $a\ a'\ a''$.

On maintient les échelles droites en attachant ensemble ces 3 cordes à l'aide d'un cabillot.

C'est en agissant sur les brins de cordes $c\ c'\ c''$ fixées au poinçon et en les amarrant à des échelons qu'on réalise l'horizontalité de la plate-forme supérieure et qu'on achève d'assurer l'invariabilité du système.

La figure 4 donne l'agencement de détail de la roue sur laquelle roule chaque échelle. Un gouvernail levier d'une part, une cheville ou-

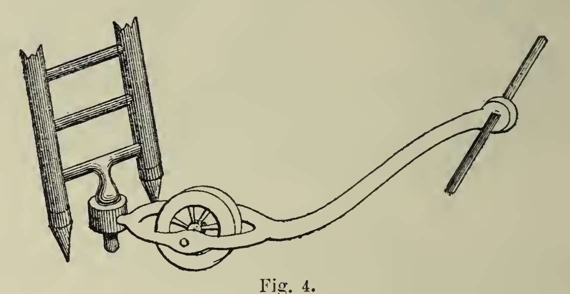


Fig. 4.

vrière de l'autre permettent de déplacer tout le système avant, pendant ou après le montage dans toutes les directions, et de laisser l'échelle une fois en place reposer directement sur le sol sur lequel deux fortes pointes lui donnent prise.

On peut enfin, en prenant appui sur les échelons, échafauder aux hauteurs d'étage convenables et à l'aide de quelques madriers des plates-formes de service, faisant saillie au besoin du côté de la maison incendiée et donnant accès dans l'intérieur d'une fenêtre.

M. VAUTHIER

Ingénieur des ponts et chaussées, Conseiller municipal de Paris.

SUR LA PROPAGATION ET L'AMPLITUDE DES MARÉES DANS LES PARTIES DE MER QUI BAIGNENT LES ILES BRITANNIQUES ET LA COTE NORD-OUEST DU CONTINENT EUROPÉEN, DEPUIS BREST JUSQU'AU 63e DEGRÉ DE LATITUDE NORD*.

— Séance du 19 août 1886. —

Il y a longtemps que les phénomènes complexes que les mouvements de la marée présentent dans la région de l'Océan Atlantique ci-dessus

* Cette notice est détachée d'un travail en préparation sur les mouvements de la marée dans la région centrale de la Manche, entre la pointe de Barfleur et la baie de Somme.

visée ont attiré l'attention des navigateurs, des hydrographes et des ingénieurs.

Cette région comprend la mer d'Irlande, la Manche et la presque totalité de la mer du Nord. Nulle autre région des mers du globe n'est aussi fréquentée que celle-là, et bien peu présentent, quant au jeu des marées, des phénomènes hydrographiques aussi compliqués.

Ce n'est pas d'aujourd'hui qu'on possède les principales notions qui se rattachent à ces phénomènes. C'est surtout au point de vue de la navigation qu'ils ont été d'abord étudiés. Depuis, à mesure que la géographie générale s'est développée, que l'hydrographie a étendu ses recherches en les précisant, et qu'ont pris enfin plus d'importance les travaux ayant pour objet la conservation ou le perfectionnement des chenaux maritimes et des entrées des grands ports, le besoin de connaissances approfondies s'est de plus en plus accusé *.

Le présent travail est bien loin d'avoir pour objet d'embrasser l'ensemble du sujet.

Son but spécial est, par l'étude simultanée, tant des variations d'amplitude comparative de la marée dans la région maritime considérée, que des heures successives d'établissement le long des diverses côtes baignées par la mer dans ce périmètre, d'obtenir des indices sur le mode de propagation de la marée dans la mer d'Irlande, la Manche et la partie rétrécie de la mer du Nord aux approches du détroit du Pas-de-Calais.

Il suffit de jeter les yeux sur la portion de mer ici considérée (voir carte, planche n° IV), pour éprouver l'impression que l'onde marée qui, venant du Sud-Ouest, aborde à peu près en même temps la pointe de Bretagne et les caps qui terminent, normalement à cette direction, les côtes d'Angleterre et d'Irlande, doit continuer à se propager avec des vitesses bien différentes dans la grande mer ouverte qui baigne la côte nord-ouest de l'Irlande et dans les deux canaux étroits, sinueux et de largeurs si variables d'un point à l'autre, qui séparent l'Irlande de l'Angleterre et de l'Écosse et celles-ci du continent européen.

A cette première impression toute spontanée s'en ajoute une seconde, qui découle aussi naturellement de l'examen d'ensemble de la carte : c'est que, après avoir parcouru la côte ouest de l'Irlande, l'onde principale doit pousser, à travers le dédale d'îles et de presqu'îles qui barrent la mer d'Irlande à son extrémité nord, une onde dérivée ayant tendance à s'y propager en sens inverse de celle qui a pénétré par le canal Saint-Georges ; et que cette même onde principale, tout en pour-

* Parmi les auteurs qui se sont occupés de la question dans ces derniers temps, il faut citer : pour la France, les ingénieurs hydrographes Monnier, Keller et Gaussin et l'ingénieur des ponts et chaussées Plocq ; pour l'Angleterre, Whewell et Airy, l'amiral Beechy et le capitaine Beechey.

suivant sa marche vers l'Océan Glacial, doit, après avoir doublé la pointe nord de l'Écosse, projeter dans la mer du Nord une puissante onde dérivée se portant à la fois vers la côte de Norvège et l'entrée de la Baltique et descendant en même temps du Nord au Sud, le long de la côte Est de l'Écosse et de l'Angleterre, de façon à se diriger vers le Pas-de-Calais suivant une marche inverse à celle de l'onde partielle qui a pénétré dans la Manche par son extrémité ouest.

Si, par le fait des différences qui existent à chaque instant entre l'intensité et la direction des attractions lunaires et solaires, l'oscillation des marées à leur point de départ vers les régions équatoriales du globe, est dans un état d'incessante mobilité ; si, dans son cheminement en mer ouverte, les différences de profondeur introduisent dans la propagation de l'onde initiale de nouveaux éléments de variation ; si enfin, aux approches des continents, les gisements des côtes, le plus ou moins de largeur des mers où l'onde principale s'engage viennent modifier encore, dans des proportions considérables, les amplitudes des oscillations et les caractères mêmes que chaque oscillation individuelle présente dans son mouvement d'ascension et d'abaissement, on comprend sans peine à quel degré de complication doivent s'élever, dans l'étendue d'une période semi-lunaire, les variations d'allure et d'amplitude des mouvements de la marée, sur des points où il s'agit non plus d'une onde unique, mais d'une onde principale interférant avec des ondes dérivées, ou d'ondes dérivées de divers ordres interférant entre elles.

Il est inutile d'avertir qu'il ne saurait entrer dans le plan de ce travail d'embrasser l'ensemble du phénomène des marées de la région considérée, avec les innombrables données de leur inextricable complexité. Les renseignements d'ailleurs feraient pour une pareille tâche complètement défaut. On ne connaît bien, pour un grand nombre de points des côtes maritimes, que les heures d'établissement * et les oscillations moyennes en vives-eaux et en mortes-eaux ordinaires**. Nous nous bornerons en conséquence, comme cela se pratique en général pour les recherches du genre de celles-ci, à considérer ce qui se passe pour le moment type déterminé par les marées de vives-eaux ordinaires.

* L'heure d'établissement d'un point donné est, comme tout le monde sait, l'heure *moyenne* à laquelle se produit, en ce point, la marée maximum de chaque demi-lunaison, laquelle suit à un certain intervalle, variable d'un lieu à l'autre, le moment précis de la conjonction ou de l'opposition du soleil et de notre satellite.

** Comme tout le monde le sait, aussi, dans chaque période semi-lunaire, les oscillations des marées subissent des variations progressives depuis les vives-eaux, maximum qui correspond à la pleine ou à la nouvelle lune (syzygies), jusqu'aux mortes-eaux, minimum qui a lieu vers le premier ou le dernier quartier (quadratures). Comme pour tout ce qui se rattache aux marées, maximum et minimum sont variables d'une lunaison à l'autre ; et ce qu'on entend, en chaque point, par vives-eaux et mortes-eaux *ordinaires,* ce sont les moyennes des oscillations qui correspondent à ces deux états des marées.

Les deux éléments dont nous avions à faire usage sont donnés, pour quelques points, par les annuaires français des marées publiés par le Dépôt de la marine. Mais on trouve ces éléments en beaucoup plus grand nombre dans le recueil officiel anglais dénommé *Tide Tables,* publié chaque année sous la direction des commissaires de l'Amirauté.

Les heures d'établissement qu'on y trouve concordent bien avec celles données par les annuaires français pour les points communs aux deux recueils. Il n'en est pas tout à fait de même pour les amplitudes des oscillations des marées de vives-eaux ordinaires. Pour les points de la côte française, celles de nos annuaires des marées sont incontestablement les plus précises. Néanmoins, pour plus d'homogénéité, nous avons uniformément suivi les chiffres du document anglais.

Au moyen des données que nous venons d'indiquer, nous avons établi sur une carte d'ensemble de la région considérée (dont la planche IV est une réduction) les courbes reliant les points des côtes où les marées sont contemporaines, et établi, sur des lignes qui suivent, sans les épouser de trop près, les sinuosités des côtes, des profils donnant en chaque point l'oscillation totale des marées de vives-eaux.

Pour la détermination rigoureuse des points de rencontre avec les côtes des courbes des marées contemporaines*, il faudrait faire subir aux heures d'établissement, lesquelles sont données en temps de chaque lieu, une correction les ramenant à l'heure d'un même méridien. Mais cette correction eût à peine affecté les courbes représentées et il nous a paru que, pour un travail approximatif du genre de celui-ci, nous pouvions nous en dispenser.

De même, en ce qui touche les profils donnant la série des oscillations des marées le long d'une côte donnée, nous n'ignorons pas, en répartissant également ces oscillations de part et d'autre d'une horizontale, qu'il peut se faire que cette ligne, qui figurerait approximativement, en chaque point, le niveau moyen de la mer, présente d'un point à l'autre des différences de niveau, ainsi que cela a été constaté pour les côtes de France. Mais, en fût-il ainsi, — ce qu'il serait fort difficile de savoir avec quelque précision, — il n'est pas probable que ce fait permît de donner plus d'exactitude aux conclusions à déduire de ces profils.

L'examen de la carte ne fait que confirmer, en les précisant, les aperçus spontanés, signalés au début de cette note, que fait naître une première étude du sujet. Les courbes, dont les heures d'établissement marquées sur la carte ont servi à déterminer les affleurements avec

* Le tracé de ces courbes au large est purement conjectural, mais il concorde avec les documents antérieurs dus notamment aux auteurs anglais Whewell et Airy.

les côtes, sont affectées d'indices qui caractérisent les marées successives séparées par un intervalle de 12h,20′ à très peu près.

Pour l'Irlande, l'onde principale qui l'enveloppe par le Nord-Ouest se porte, dans un intervalle de temps d'une heure et demie à peine, du cap Clear, au Sud-Ouest, à l'extrémité nord de l'île; et l'on peut discerner, sur un faible parcours, l'onde dérivée qu'elle fait pénétrer dans la mer d'Irlande par cette extrémité. Quant à l'onde dérivée entrant par le canal Saint-Georges, on peut suivre, pendant quatre heures, jusqu'à la hauteur de Dublin et de Liverpool, sa marche progressive vers le Nord. Mais, au delà, les heures d'établissement avancent et rétrogradent d'une manière confuse ; les courbes de Xh et de XIh tracées sur la carte ne peignent rien de précis; et il y a là un enchevêtrement de mouvements extrêmement compliqués que les profils signalent sans en donner complètement la clef.

En ce qui concerne la mer du Nord et la Manche, on voit que la grande onde dérivée, qui se détache de l'onde principale, entre la pointe nord de l'Écosse et la côte de Norvège, huit heures après que celle-ci a touché la pointe de Bretagne et celles des Iles Britanniques, progresse du Nord au Sud le long de la côte Est de l'Écosse et de l'Angleterre et atteint, par ce chemin, les approches du Pas-de-Calais en vingt et une heures comptées du point de départ de l'onde principale, tandis que l'onde dérivée qui pénètre dans la Manche par l'Ouest n'emploie que huit heures à faire le même parcours, ce qui met un intervalle d'à peu près douze heures entre les deux ondes secondaires qui se rejoignent en ce point.

Ajoutons que l'onde dérivée qui a parcouru la Manche de l'Ouest à l'Est continue sa marche le long de la côte du continent, et arrive à l'embouchure de l'Elbe douze heures environ après avoir franchi le Pas-de-Calais.

L'étude des oscillations va compléter ces premières indications.

Avant d'aborder cette étude, disons un mot des circonstances qui sont généralement considérées comme exerçant une influence sur l'amplitude des oscillations de l'onde marée, et montrons quels doivent être les résultats de l'interférence de deux ondulations progressant en sens inverse, dont les sommets sont séparés par des distances correspondant, eu égard à la vitesse relative de leur translation, à des fractions différentes du temps total d'oscillation d'une marée complète.

On sait qu'en mer ouverte l'amplitude d'oscillation des marées croît généralement, à mesure que la protubérance s'éloigne, en se portant vers les latitudes élevées, de la zone équatoriale où elle a pris naissance. C'est ainsi que l'amplitude des marées de vives-eaux, — c'est toujours à ce type que tout ce que nous disons se rapporte, — qui dépasse peu

1^{m},50 à 2 mètres dans la zone équatoriale de l'Océan Atlantique, mesure de 2^{m},90 à 3^{m},50 sur la côte du Portugal, et ne cesse de croître sur le développement du golfe de Gascogne, pour atteindre, à Brest, la hauteur de 6 mètres.

Mais, en dehors de ce fait, que nous relevons en passant et qui ne prête guère à contestation, on admet généralement que l'oscillation de l'onde marée, lorsqu'elle rencontre dans le gisement des côtes un obstacle à sa libre propagation, tend à augmenter d'amplitude, tandis que cette amplitude tend à se réduire au contraire quand l'onde marée, après avoir franchi un canal étroit, trouve un bassin plus large dans lequel elle peut s'épanouir.

C'est conformément à la première des circonstances ci-dessus, qu'on attribue à la grande proéminence de la presqu'île du Cotentin l'élévation considérable que prennent, sur la côte française, les marées de la Manche, aux approches de la baie du mont Saint-Michel, entre Saint-Malo et Granville notamment, où elles atteignent des amplitudes de plus de 11 mètres, au lieu de celles de 6 mètres et de 5^{m},10 qu'elles ont à Brest et à Cherbourg. C'est de même par le rétrécissement que produit dans la mer d'Irlande la pointe que projette le pays de Galles au nord du canal de Bristol que l'on explique l'élévation exceptionnelle des marées sur tout le développement des côtes de ce canal.

Nous n'avons pas à discuter ici le mérite de ces explications. Bornons-nous à faire remarquer, ainsi que l'indiquent les profils joints à ce travail, que, dans le canal Saint-Georges aussi bien que dans la Manche, les gonflements si fortement accusés que nous venons de signaler ne se reproduisent sur les côtes opposées que dans de très minimes proportions. Dans la Manche, entre le cap Lizard et Poole, vis-à-vis Cherbourg (profil n° 4), l'excédent de hauteur sur l'amplitude de l'oscillation au cap Lizard est de quelques décimètres à peine ; et il en est de même, sur la côte d'Irlande, par rapport à l'oscillation au cap Clear, entre ce cap et « Carnsore point » (profil n° 2) qui correspond au promontoire du pays de Galles.

Il y a donc peut-être lieu de n'accepter qu'avec beaucoup de réserve les idées courantes sur l'influence qu'exerce le gisement des côtes sur les variations d'une place à l'autre de la hauteur des marées. Peut-être, en revanche, lorsque le sujet aura été mieux étudié, trouvera-t-on qu'il y a lieu de faire intervenir de plus en plus, dans l'explication de ces variations, les phénomènes dus à l'interférence des ondes.

L'effet principal de ces interférences résulte de la loi bien connue de la composition des mouvements ondulatoires qui fait que, sur un point donné soumis à deux ou plusieurs ondulations, l'ondulation résultante est la somme algébrique des ondulations coexistantes. Des ondu-

lations de même sens s'ajoutent ; des ondulations de sens différents se retranchent, le résultat ayant, dans ce dernier cas, le sens de l'ondulation la plus forte.

D'après cela, ainsi que nous le représentons sur la figure 2, pl. V, si l'on imagine que deux ondulations marchent l'une vers l'autre et se croisent, il se présentera des résultats différents suivant que les maximums et minimums de ces ondulations coïncideront chronologiquement ou seront séparés par des intervalles de temps variables. Nous supposons, sur la figure, l'ondulation ABC progressant de gauche à droite plus forte que l'ondulation MNO (n° 1) marchant de la droite vers la gauche.

Si les sommets des ondes interférentes coïncident, si le maximum est atteint pour chacune d'elles au même moment, — ce qui correspond au cas où l'onde MNO occupe par rapport à la première la situation n° 1, — le résultat est celui figuré, dans le bas, par l'ondulation 1, 1, 1, dont l'amplitude est la somme de celles des ondes interférentes.

Si, en second lieu, le sommet de l'onde interférente MNO est situé, par rapport à celui de l'onde A B C, à un intervalle de temps correspondant à une demi-marée, soit $6^h,10'$ environ, comme cela est pour la situation n° 3 de l'onde M N O, le résultat est celui figuré, dans le bas de la figure, par l'ondulation 3, 3, 3, dont l'amplitude est la différence de celles des ondes interférentes.

Enfin, si le sommet de l'onde M N O était, conformément à ce qui est indiqué sous le n° 2, séparé de celui de l'onde A B C par un intervalle d'un quart de marée ou $3^h,5'$ environ, on aurait comme résultat l'ondulation 2, 2, 2, sans variation d'amplitude, mais avec déformation des parties moyennes de l'ondulation A B C.

Entre ces cas particuliers s'intercalent tous les intermédiaires possibles ; et les effets représentés sur la figure ne donnent eux-mêmes que la carcasse théorique du phénomène qui est, dans la réalité, beaucoup plus compliqué.

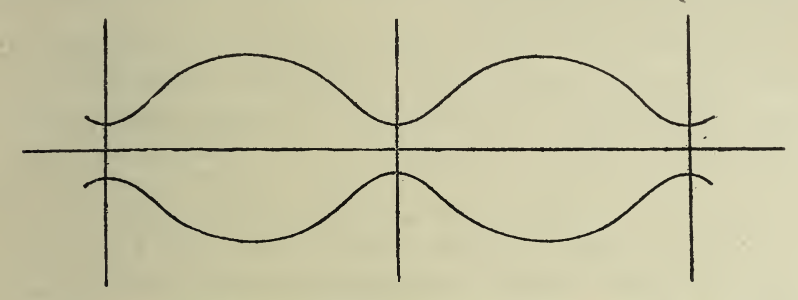
Ainsi nous avons supposé, pour chacune des oscillations considérées, le temps de montée de la mer parfaitement égal au temps de la descente, et admis de plus, pour chacune de ces périodes, une parfaite symétrie du mouvement ascensionnel et du mouvement d'abaissement.

Les ondes dérivées qui pénètrent dans la Manche et dans la mer d'Irlande ne possèdent déjà pas cette régularité. Le temps de l'ascension est généralement plus court que celui de l'abaissement. Que deux ondes interférentes aient ce caractère, et cela modifiera plus ou moins profondément le résultat de la conjugaison des mouvements. Si l'on imagine par exemple que, dans le cas correspondant à la situation n° 1 de l'ondulation M N O, le creux N soit déplacé sensiblement vers la gauche et, en même temps, dans l'ondulation ABC, le creux B déplacé

sensiblement vers la droite, l'onde résultante 1, 1, 1, sera déformée dans tout son développement, et surtout quant au creux de l'ondulation, qui sera émoussé et ne descendra pas aussi bas que le représente la figure.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur ces considérations qui démontrent à quel point la forme des courbes locales de marées peut être altérée par le fait des interférences.

Quant au résultat de ces interférences sur l'amplitude des oscillations, le long d'une même côte, il est visible qu'il doit se traduire, dans son aspect général, par une suite de resserrements et de renflements analogues à ce que représente la figure ci-dessous, le tout modifié plus



ou moins fortement par la multitude des circonstances locales et autres qui apportent leur influence dans le phénomène ; et sous le bénéfice de cette observation générale que la différence entre les nœuds et les ventres sera d'autant *plus* accusée qu'il y aura *moins* de différence entre les amplitudes des ondes interférentes. Si ces amplitudes étaient égales, il y aurait théoriquement des points soustraits à toute oscillation, dans lesquels il n'y aurait plus de marée du tout.

Passons à l'examen des profils réels, analogues au profil théorique ci-dessus, dressés, tant le long des côtes d'Irlande, côté Ouest et côté Est, que de part et d'autre de l'Angleterre et de l'Écosse, et ensuite le long de la côte du continent européen à partir de Brest en remontant vers le Nord ; soit en tout cinq profils.

La légende qui les accompagne indique comment ils ont été construits, quel est le sens des tracés qu'ils comportent, et à quelles échelles sont figurées les longueurs mesurées le long de la côte et les amplitudes des marées constatées.

Profil n° 1. — Ce profil se rapporte à la côte Ouest de l'Irlande. La marée sur cette côte se développe rapidement, dans une mer largement ouverte. Les différences d'amplitude des oscillations sont peu considérables aussi bien en valeur absolue que relativement. Il n'y a dans ce profil, au point de vue de la question d'interférence, rien qui mérite d'arrêter l'attention.

Profils 2 et 3. — Il n'en est pas de même de ces deux profils.

Le profil n° 2 se développe le long de la côte Ouest de la mer d'Irlande ; le profil n° 3, le long de la côte Est de cette même mer ; puis, au delà, le long de la côte Ouest de l'Écosse.

Nous avons déjà parlé de la première partie de ces deux profils correspondant au canal de Bristol à partir du cap Clear d'un côté et du cap Cornwall de l'autre. Nous n'y reviendrons pas.

Mais ces profils présentent, le n° 2 surtout, entre les points signalés par les lettres A et B, A′ et B′, des étranglements qui accusent nettement l'effet d'ondes interférentes. Les points A et A′ se correspondent d'une rive de la mer à l'autre, ainsi que nous l'indiquons sur la carte. Il en est de même des points B et B′.

Les étranglements le long de la côte irlandaise, moins fortement découpée que la côte anglaise, sont plus nettement caractérisés que le long de cette dernière. A l'étranglement A correspond une oscillation minimum de $1^{m},10$; à l'étranglement B, une oscillation de $0^{m},90$; moyenne 1 mètre. D'autre part, l'oscillation maximum dans l'intervalle (à Ardglass) est de $4^{m},90$; ce qui conduirait respectivement, pour amplitude des ondes interférentes aux chiffres de $2^{m},95$ et de $1^{m},95$, toutes réserves faites sur l'incertitude que peuvent jeter sur cette conclusion l'influence du gisement des côtes et toutes autres circonstances.

Il est à noter que Ardglass fait bien, de la côte d'Irlande, face au grand cirque s'étendant de Liverpool au « Solway firth » où, sur la côte anglaise, entre les nœuds A′ et B′, l'oscillation atteint son maximum d'amplitude.

Sur cette côte, à l'étranglement A′, correspond une oscillation minimum de $3^{m},70$; à l'étranglement B′, une oscillation analogue de $1^{m},20$; moyenne $2^{m},45$. En essayant de déduire de cette oscillation comparée à l'oscillation maximum de 8,70, qui a lieu à Annan sur la côte d'Écosse, la puissance des deux ondes interférentes, on aurait : pour la plus forte, 5,575 ; pour la plus faible 3,125 ; ce qui s'éloigne fortement des résultats obtenus pour la côte irlandaise, et porte à croire que l'évasement considérable de la mer d'Irlande en face Liverpool et les autres circonstances du gisement de la côte entre la baie de Liverpool et celle de Cardigan au sud, jouent un rôle important dans le puissant gonflement des marées entre les points A′ et B′ du profil 3.

Il reste à examiner ce qui a trait aux heures d'établissement :

Sur la côte d'Irlande, profil 2, la marche des choses, à cet égard, paraît assez régulière. Depuis l'entrée du canal Saint-Georges jusqu'en un point situé un peu au delà d'Ardglass, — où se manifeste, en M, le maximum d'amplitude et où se fait la rencontre des deux ondes, — c'est celle venant du Sud qui, avec des vitesses de progression diffé-

rentes, mais sans rétrogradation, donne la haute mer de chaque lieu, et détermine les établissements. Au delà d'Ardglass, la situation est aussi nette, et c'est l'onde venant du Nord qui, là, manifeste sa prépondérance et règle les établissements, dont la succession indique toutefois des différences très accusées dans la vitesse de progression de l'onde marée, notamment aux abords de l'étranglement B.

Notons de plus qu'il y a bien un intervalle de 1/4 de marée environ entre les heures d'établissement correspondant aux étranglements et celle correspondant à la rencontre, laquelle a lieu à Ardglass à 11 heures alors que l'étranglement A se produit à 8 heures. L'étranglement B tel qu'il est donné par le profil ne paraît pas satisfaire aussi bien à la condition, puisqu'on a, pour « Bally castle », $6^h,25$. Mais, entre ce point et celui de Rod Bay, il y a, dans les établissements, un saut brusque de 4 heures; et cela rend probable l'existence, dans l'intervalle, d'un point où l'étranglement atteint son maximum, avec un temps d'établissement approchant de 8 heures.

Sur la côte anglaise les choses ne se présentent pas avec autant de régularité. Toutefois sur cette côte, dans la partie qui nous intéresse, c'est aussi l'onde venant du Sud qui, à l'exception d'un court intervalle de rétrogradation, a la prépondérance et règle les heures d'établissement jusqu'au maximum, situé entre Liverpool et le « Solway-Firth », où les ondes se rencontrent. De même aux approches de l'étranglement B′, il y a, comme sur l'autre rive, profil 2, une courte région où c'est l'onde venant du Nord qui a la prédominance, et règle les établissements. Mais, au Sud de Greenock, où cesse cette action, sur une assez grande étendue de côte (425 kilomètres), entre le « Firth of Clyde » et le « Solway-Firth » les heures d'établissement avancent ou reculent de place en place l'une sur l'autre, entre $11^h,10'$ et midi $20'$, leurs limites extrêmes, ce qui n'empêche pas, dans cet intervalle, les amplitudes des oscillations de varier fortement et d'une manière à très peu près continue.

Il est difficile, au milieu de cette confusion, de vérifier l'intervalle de temps qui sépare les heures correspondant aux étranglements de celles où les ondes se rencontrent et coïncident.

Au delà de l'étranglement B′, en remontant vers le Nord, le long de la côte de l'Écosse, partie qui nous intéresse moins spécialement, le profil 3 manifeste, en même temps que des variations d'amplitude assez sensibles d'un point à l'autre, une certaine perturbation dans les heures d'établissement qui doit tenir à la rencontre, avec l'onde principale, qui a contourné l'Irlande par l'Ouest, de l'onde dérivée qui a remonté la mer d'Irlande du Sud au Nord.

Quant au mouvement de rétrogradation des heures d'établissement

sur la côte du pays de Galles qui borde, au Nord, le canal de Bristol, c'est un fait tout local, qui trouve facilement son explication dans l'existence d'une onde dérivée secondaire qui, progressant de l'Ouest à l'Est dans le canal de Bristol, comme dans un fleuve à marée, se détache, dans l'axe de la mer d'Irlande, de l'onde dérivée primaire marchant du Sud au Nord.

En résumé, nonobstant quelque confusion qui affectera toujours un pareil sujet, eu égard à la grande complexité du phénomène, il semble se dégager bien nettement de ce qui précède, quant à la mer d'Irlande, les faits suivants :

1° Que cette mer est parcourue par deux ondes dérivées de sens inverse qui se détachent de l'onde principale océanique : l'une pénétrant largement, par le Sud, presque dans le sens du mouvement de l'onde principale ; l'autre pénétrant, une heure à deux plus tard par l'étroit goulet du Nord, sous une direction faisant presque un angle droit avec celle de l'onde principale ;

2° Que ces deux ondes, inégales en puissance, manifestent cependant, le long de la côte d'Irlande, des phénomènes qui montrent que, sur cette côte, leurs intensités ne diffèrent pas notablement, surtout aux approches de l'extrémité Nord (« North Channel »), où l'onde venant du Sud arrive fort affaiblie ;

3° Que, s'il faut attribuer au gisement des côtes une large part d'influence dans les gonflements qui se manifestent le long de la côte anglaise, tant dans le canal de Bristol que dans le fond du golfe qui s'étend de l'entrée de la Mersey à celle de Solway, il n'est pas douteux que la superposition des ondulations interférentes joue un rôle marqué dans ces gonflements, notamment en ce qui concerne le second.

Pour préciser la part d'influence due à l'une et à l'autre cause, il faudrait posséder des renseignements plus complets que ceux dont nous disposons, et il est probable que l'étude des courbes locales de marées jetterait, si on en avait la série, beaucoup de lumière sur la question.

Profils 4 et 5. — Les longs développements qui précèdent relativement à la mer d'Irlande nous permettront d'abréger beaucoup ce que nous avons à dire de la Manche et de ses approches.

C'est le long de la côte anglaise, profil n° 4, que les étranglements C et D, dus aux interférences, se manifestent avec le plus de netteté. Toutefois ils sont bien accusés aussi, surtout en D′, profil n° 5, le long de la côte du continent.

L'interposition géographique du détroit du Pas-de-Calais entre les étranglements introduit d'assez grandes anomalies dans la relation qui

devrait s'établir entre la rencontre des deux ondes et l'amplitude correspondante des oscillations. L'influence de l'une ou l'autre onde pour la détermination des établissements est également, dans ce cas spécial, extrêmement compliquée, et ce qui en témoigne, c'est que, sur la côte anglaise, aux abords de l'étranglement C, les tables enregistrent deux hautes mers successives séparées par un intervalle de 3 heures environ ; et il en est de même, sur quelques points, pour les basses mers.

En prenant, pour l'étranglement C, la première de ces heures doubles, cet étranglement se produit à 9 heures, et l'étranglement D est dans le même cas. Mais il faut admettre alors que la rencontre des deux ondes ne se fait pas en N, à Hastings, point correspondant à l'oscillation maximum, mais à Sheerness, au droit de l'embouchure de la Tamise.

Pour la côte française et continentale, le long de laquelle l'heure des établissements est déterminée par l'onde dérivée pénétrant dans la Manche par l'Ouest, l'étranglement C′ se produit une heure environ avant l'étranglement C, la rencontre des ondes paraît avoir lieu à Dunkerque en face l'embouchure de la Tamise, et l'étranglement D′ se produit à 3 heures à un intervalle d'un quart de marée. En cet endroit les marées de la côte anglaise et celles du continent sont en écart de 6 heures environ, soit 1/2 marée, ce qui est bien la circonstance nécessaire, dans ce cas, pour que l'étranglement ait lieu.

De l'examen de ces circonstances, il semble résulter que l'onde dérivée, venant du Nord, — déjà affaiblie, dans son parcours, par son large épanouissement dans la mer du Nord, et qu'affaiblit encore sa pénétration par le détroit, — suit plus particulièrement, dans la Manche, la côte anglaise, mais en manifestant toutefois son action par le refoulement, le long de la côte française, dans la baie du mont Saint-Michel et dans la baie du Calvados, de l'onde dérivée de l'Ouest d'une puissance notablement supérieure.

Sans donc contester l'influence qu'exerce le gisement des côtes sur le gonflement puissant des marées dans la baie du mont Saint-Michel, où il a la plus grande analogie avec ce qui se passe dans le canal de Bristol, la conjugaison de l'onde venant du Nord exerce cependant sur le phénomène une certaine action. Et une action analogue, bien plus marquée, intervient dans le gonflement qui se produit dans la baie du Calvados et s'étend jusqu'à Calais. En cette dernière situation, en effet, inversement à ce qui se passe à l'entrée de la Manche, au gonflement sur la côte française en correspond un aussi fort en valeur absolue et relativement plus considérable sur la côte anglaise, ce qui caractérise nettement la superposition de deux ondes interférentes.

Les phénomènes des marées aux approches du Havre se rattachent donc par un lien étroit à un phénomène général d'interférence de deux

ondulations de sens opposé, ce qui ne veut pas dire qu'il faille chercher dans ce fait l'explication des affections spéciales que présentent les marées du fond de la baie du Calvados. Mais ceci se rapporte à d'autres considérations qui ne peuvent être exposées ici.

Au delà de l'étranglement D, en marchant vers la pointe du Nord de l'Écosse, le profil 4 ne présente, quant à l'oscillation des marées et à la succession des heures d'établissement, rien qui accuse des faits d'interférence. Les heures d'établissement se succèdent sans rétrogradation, du Nord vers le Sud, dans le sens de la marche de l'onde qui les détermine.

De même, dans le profil 5, au delà de l'étranglement D′, c'est l'onde dérivée qui vient de baigner les côtes françaises de la Manche qui règle les heures d'établissement. Mais à 12 heures d'intervalle de l'étranglement D′, il se manifeste sur la côte de Danemark, avant l'entrée de la Baltique, une réduction d'amplitude assez caractérisée pour qu'il soit permis de l'attribuer à l'interférence de l'onde dérivée de la Manche avec le bord Ouest de la grande onde dérivée de la mer du Nord.

Nous nous rendons compte du caractère incomplet de ces aperçus. Ils demandent à être précisés. Beaucoup de travaux ont été faits dans la même voie. Si nous produisons celui-ci, c'est qu'il nous paraît relever d'une manière plus étroite de l'observation des faits que ceux réalisés d'après d'autres méthodes.

M. COLSON

Capitaine du génie, à Paris.

PHOTOGRAPHIE SANS OBJECTIF, AVEC CHAMBRE NOIRE A OUVERTURE ÉTROITE

— *Séance du 13 août 1886.* —

Cette note a pour but d'exposer le résultat d'études faites par l'auteur sur la photographie sans objectif, avec chambre noire à ouverture étroite.

COMPARAISON ENTRE LES IMAGES PRODUITES PAR UN OBJECTIF ET PAR UNE OUVERTURE ÉTROITE.

On sait qu'il existe deux moyens d'obtenir sur un écran placé à l'intérieur d'une chambre noire l'image des objets extérieurs ; on peut percer simplement dans la paroi de la chambre en face de cet écran une

ouverture étroite, ou agrandir cette ouverture et y disposer une lentille convergente appelée *objectif photographique ;* dans les deux cas les images sont renversées.

Ces deux systèmes se distinguent par les caractères suivants :

L'ouverture simple ne donne d'images nettes qu'à la condition de présenter une section convenable, et des bords minces dépourvus de bavures. Ces images sont faiblement éclairées, mais elles possèdent trois propriétés remarquables :

1° Les images interceptées par l'écran sont au point, c'est-à-dire nettes, entre des limites étendues de distance de l'écran à l'ouverture, à la condition, bien entendu, que l'ouverture soit telle qu'elle puisse donner des images nettes ;

2° L'angle dans lequel les objets extérieurs donnent une image nette atteint une grande valeur ;

3° Les rayons lumineux qui, produisant ces images, passent par le centre de l'ouverture, ne sont pas déviés en entrant dans la chambre noire.

Les images produites par un objectif photographique sont plus éclairées, mais :

1° Elles ne sont au point que pour une position précise de l'écran ;

2° Elles ne sont nettes que dans un angle restreint qui atteint rarement une valeur de 60° ;

3° Les rayons lumineux qui ne sont pas très voisins de l'axe optique de l'objectif éprouvent une déviation en traversant le verre, et cette déformation est d'autant plus grande que les rayons s'écartent davantage de l'axe et font avec lui un angle plus grand.

Donc, à part une différence dans l'éclairement des images, et une plus grande netteté en faveur des objectifs lorsque le point est fait d'une façon très exacte, il ressort de cette comparaison que l'ouverture étroite possède trois propriétés remarquables dont les objectifs sont dépourvus totalement ou en partie, et qui sont très utiles pour certaines applications exigeant soit une forme d'écran autre que la forme plane, soit un grand champ, soit une précision géométrique ; de plus ce procédé dispense de la mise au point.

EMPLOI DE LA CHAMBRE NOIRE A OUVERTURE ÉTROITE.

La forme d'ouverture la plus convenable est la forme circulaire ; c'est celle qui donne les images les plus nettes et qu'il est le plus facile de réaliser. Le diamètre du trou pour lequel les images sont les plus nettes dépend de la distance de l'écran*. Ainsi, pour une distance de

* On devait s'attendre à ce résultat, puisqu'il y a image réelle, et qu'une image réelle ne peut se produire sans une intersection de rayons lumineux ; le faisceau émanant d'un point et passant par l'ouverture, se concentre à l'intérieur de la chambre en un point placé sur le prolon-

30 centimètres, le diamètre doit être de 5/10 m/m; pour une distance de 8 centimètres, il doit être de 3/10 m/m. Ces trous sont circulaires et pratiqués dans une lame de cuivre ou de zinc de 2/10 m/m d'épaisseur au moyen d'une mèche à tranchant incliné sur l'axe de façon que le trou soit formé d'un cône à angle très ouvert, qui donne un champ considérable; il est indispensable que les bords du trou ne présentent ni bavure ni refoulement; on perce d'abord avec la mèche un trou un peu plus petit que le trou définitif, et on termine en y enfonçant une aiguille exactement calibrée.

Une fois ce point éclairci, on a recherché l'angle maximum dans lequel les images se produisent avec une intensité sensiblement uniforme; avec une ouverture variant de 3/10 à 5/10, cet angle est de 100° en moyenne. Afin d'éviter que les rayons lumineux rencontrent la plaque sensible sous un angle trop oblique, ce qui aurait pour inconvénient de dilater les images sur les bords, il est bon de ne pas dépasser 90°. C'est donc cette valeur de 90° qu'il convient d'adopter comme maximum; elle donne lieu à des épreuves très nettes même sur les bords.

La durée de pose n'est pas exagérée, comme on est tenté de le croire *à priori*: elle ne dépasse pas 15 minutes par un temps couvert avec le collodium humide pour une ouverture de 5/10 m/m et une distance de 25 centimètres; avec le gélatino-bromure, elle est de 30 secondes par un temps couvert pour une ouverture de 3/10 et une distance de 85 m/m, et de 15 secondes avec un soleil faible. Il s'agit ici de paysages à horizons éloignés; pour des objets rapprochés, la durée de pose est légèrement augmentée.

APPLICATIONS.

Vues panoramiques. — Il est facile d'utiliser les propriétés que nous avons reconnues à la chambre noire à simple ouverture pour obtenir des vues panoramiques exactes, qui sont susceptibles de rendre de grands services dans certains cas.

La chambre noire à ouverture simple résout très facilement le problème; elle permet en effet l'emploi d'un écran cylindrique, réalisé par une pellicule ou par une feuille de papier au gélatino-bromure enroulée en forme de portion de cylindre vertical dont l'axe passe par le centre de l'ouverture; le cylindre est composé de 2 bases en bois reliées par des montants suivant les 2 génératrices extrêmes; le papier est fixé sur la tranche de ces bases, découpées circulairement. Si l'on prend comme

gement de la ligne droite qui joint le point extérieur au centre de l'ouverture. Il existe donc pour chaque diamètre d'ouverture, une distance focale comme dans les objectifs, mais avec cette différence que, dans le cas de l'ouverture simple, on peut s'écarter de plusieurs centimètres du foyer, sans perdre sensiblement de netteté, à cause de la faible ouverture du cône, tandis que, avec les objectifs, il suffit d'écarter l'écran de quelques millimètres de la position focale exacte pour faire disparaître la netteté.

rayon du cylindre la distance de la vision distincte, soit 30 centimètres, il suffit, lorsque l'épreuve photographique est révélée et enroulée de nouveau, de placer l'œil à la place de l'ouverture pour apercevoir tels qu'ils sont et sans déformation les objets représentés sur cette portion du panorama ; l'angle sous lequel les plans verticaux passant par l'ouverture rencontrent le tableau étant alors toujours de 90°, les images ne sont plus dilatées sur les bords comme lorsqu'elles sont reçues sur un tableau plan ; on y gagne aussi une intensité uniforme, même sur les bords, dans un angle étendu.

Si l'on développe le papier sur un plan, l'œil en se déplaçant le long de cette bande, à la distance de la vision distincte, aperçoit encore les objets tels qu'ils sont, mais en n'examinant que les images placées en face.

Nous avons vu que l'ouverture étroite la plus convenable pour une distance de 30 centimètres a un diamètre de 5/10, et que le champ correspondant dépasse 90° ; comme cet angle donne de bonnes images même sur les bords, et est commode pour la division du panorama, nous l'adoptons comme élément de panorama ; on fait donc d'un seul coup le quart d'horizon sur un quart de cylindre, et l'ensemble des quatre bandes obtenues dans 4 positions successives, dont chacune fait 90° avec la précédente, forme le panorama complet. Ces bandes de papier ou de pellicules constituent des clichés négatifs qu'on développe par les procédés ordinaires de l'oxalate de fer ou de l'acide pyrogallique et dont on se sert ensuite pour tirer, au contact, des épreuves positives sur papier. Ces épreuves, donnant des images droites et placées dans le bon sens, sont fixées sur une feuille de carton ou de métal enroulée en forme de cylindre ayant pour rayon la distance de la vision distincte ; on les examine en plaçant l'œil sur l'axe où se trouvait l'ouverture étroite ; ou bien on les développe sur un plan et on les examine en déplaçant l'œil tout du long de cette bande ; on raccorde ces 4 quarts d'horizon en superposant, sur les bords, les images qui se rapportent aux mêmes objets.

Il convient de placer l'appareil de façon que les rayons lumineux émanant des points placés à l'horizon et passant par l'ouverture rencontrent la bande de papier sous un angle voisin d'un angle droit, afin que dans le développement de la bande sur un plan, la ligne d'horizon ne soit pas déformée ; tout plan passant par le centre de l'ouverture détermine en effet, sur la surface du cylindre, une section dont le développement a une forme variable suivant l'inclinaison de ce plan sur les génératrices du cylindre ; si la section est une circonférence, ce qui a lieu dans la position dont nous venons de parler, c'est-à-dire lorsque le plan sécant est perpendiculaire aux génératrices, le développement est une ligne

droite ; dans toute autre position, la section est une ellipse. Ces considérations n'ont d'importance qu'au point de vue du développement de la bande de papier, car, si elle est enroulée en cylindre comme au moment de la pose, et si on place l'œil au point où se trouvait l'ouverture étroite, celui-ci se trouve exactement au point de vue et restitue le terrain d'une façon absolument exacte, quel que soit l'angle sous lequel les rayons lumineux ont rencontré les génératrices du cylindre.

Enfin il est possible encore d'obtenir en une seule pose le panorama complet en disposant 4 quarts de cylindre dans une caisse à section horizontale carrée et en adaptant aux 4 faces 4 ouvertures identiques, qu'on réalise facilement au moyen d'une aiguille bien calibrée, comme nous l'avons vu plus haut. En ouvrant et fermant ces 4 ouvertures à la fois, on est sûr d'avoir la même durée de pose, avec le même état du ciel, et, en révélant ces 4 bandes pendant le même temps avec des bains identiques, on sera sûr d'obtenir une intensité uniforme d'un bout à l'autre ; on aura ainsi 4 clichés négatifs de même intensité, et on en déduira 4 épreuves positives en opérant comme il a été indiqué.

Nous avons supposé jusqu'ici qu'on opérait avec une chambre pouvant contenir un quart de cylindre ayant un rayon de 30 centimètres : la section horizontale de cette chambre devrait avoir comme dimensions intérieures 30 centimètres sur 45 environ. Ces chiffres n'ont rien d'exagéré pour une opération faite à poste fixe ; mais il n'en est plus de même si l'on se transporte d'un point à un autre dans la campagne pour prendre des vues en différentes stations. Dans ce cas on peut réduire les dimensions de la chambre et amplifier ensuite le cliché plan ou cylindrique au moyen d'une étroite ouverture placée dans la position où elle se trouvait par rapport au cliché pendant la pose, en rétablissant la distance de la vision distincte.

Topographie. — Un cliché plan obtenu dans la chambre à ouverture étroite représente une perspective exacte, mais renversée, des objets extérieurs ; le point de vue de cette perspective se trouve au centre même de l'ouverture. On peut donc, au moyen de clichés pris en deux stations, restituer sur une planchette, par recoupements, tous les points du terrain vus à la fois de ces deux stations, à la condition d'avoir rapporté, au préalable, sur la planchette, les positions de ces deux points, à l'échelle fixée.

La précision d'un semblable lever dépend essentiellement de la nature de la matière sensible et de son support ; or la couche de gélatine impressionnable est complètement adhérente au support, et ne subit de déformation par son passage dans les bains que si le support lui-même en est affecté ; le verre présente une invariabilité absolue, et c'est pour cette raison que nous n'avons parlé que de clichés sur verre dans cette

application. Toutefois comme le verre apporte une certaine gêne dans les constructions géométriques, et que, d'autre part, il est nécessaire que l'image photographique soit assez transparente pour permettre de l'orienter sur la planchette, on peut se servir d'une épreuve positive sur papier mince au ferrocyanure sans le soumettre au lavage ; l'image disparaîtra, il est vrai, au bout de quelque temps par l'effet de la lumière, mais on aura vite fait de l'employer ; d'ailleurs il sera facile d'en obtenir du même cliché autant qu'il sera nécessaire. Cette épreuve remplacera le cliché et permettra de piquer rapidement sur la planchette la position des différents points.

Pour tracer sur le cliché la ligne horizontale du centre de l'ouverture, on disposera à poste fixe dans la chambre, en avant de l'emplacement de la glace sensible, un cadre métallique portant un fil fin horizontal, dont l'ombre sera projetée sur le cliché pendant la pose ; ce fil doit être exactement dans le plan horizontal du centre de l'ouverture lorsque l'appareil est en station, il faut d'autre part que la glace soit verticale.

Pour cette application, les châssis qui servent de supports aux glaces doivent être construits avec soin, de façon que la surface sensible se trouve exactement à la distance voulue du centre de l'ouverture. Cette distance sera fixée d'après le champ et les dimensions d'images qu'on désire obtenir.

Vues stéréoscopiques. — Ce procédé de photographie offre un moyen très facile d'obtenir des vues stéréoscopiques.

Il suffit, en effet, de remplacer l'ouverture unique par deux autres identiques, placées sur une même ligne horizontale, et séparées par une distance égale à l'écartement des axes des deux yeux, soit 6 1/2 centimètres, et de disposer un carton noirci dans la chambre de façon à la partager verticalement en deux parties égales, afin d'empêcher les rayons lumineux qui pénètrent par chaque ouverture, d'aller former des images sur la moitié de plaque sensible placée en face de l'autre ouverture ; l'angle des pinceaux qui, émanant de chaque point à représenter, passent par les deux ouvertures, est alors le même que si ces pinceaux aboutissaient aux deux yeux ; si la plaque sensible se trouve à une distance de l'ouverture égale à la distance de la vision distincte, on devra, en regardant à la fois les 2 épreuves positives convenablement placées l'une par rapport à l'autre, éprouver la sensation du relief de l'objet comme si on le voyait directement.

Pour avoir la sensation du relief au moyen des deux épreuves positives ainsi obtenues, il suffit de les coller sur un carton en plaçant à droite celle qui provient de la moitié gauche du cliché (en regardant celui-ci redressé du côté du verre), et inversement, les centres des deux épreuves étant sur une même horizontale, et à une distance de 6 centi-

mètres 1/2 environ, et de regarder en même temps ces deux images, chacune avec l'œil situé en face à la distance de la vision distincte ; la séparation des deux regards est obtenue au moyen d'un écran en papier ou en carton placé entre les deux images et entre les deux yeux ; et même, avec un peu d'habitude, cet écran devient inutile ; les yeux s'accoutument à ce genre d'exercice et arrivent promptement à combiner les deux images en une seule donnant la sensation du relief.

CONCLUSIONS.

Cet exposé suffit pour montrer les services que la chambre noire à ouverture étroite peut rendre, en général par sa simplicité et la facilité de son emploi, et en particulier par son amplitude ainsi que son uniformité de mise au point, son champ étendu, et sa précision géométrique ; ce sont là des propriétés remarquables qui rendent ce procédé bien digne d'être vulgarisé*.

M. Marcellin LANGLOIS

Professeur au Collège de Beauvais.

COMPOSITION DES GAZ OU VAPEURS; CHALEURS SPÉCIFIQUES, COEFFICIENTS DE DILATATION, CHALEURS LATENTES DE VAPORISATION

— *Séance du 13 août 1886.* —

Les formules qui donnent dans ma théorie les chaleurs spécifiques des gaz ou vapeurs, sont les suivantes :

Molécules à 1 atome $C = \frac{1}{3}\frac{2V\pi Pg}{9E}\alpha = \frac{2}{3}A\alpha$

— à 2 — $C = A\alpha$

— à 3 — $C = \frac{4}{3}A\alpha$

— à 4 — $C = \frac{5}{3}A\alpha$

(α étant le coefficient de dilatation de la vapeur).

A la suite des calculs que j'ai été amené à faire pour déterminer la composition des vapeurs complexes de liquides organiques, j'ai admis l'existence de radicaux (CH), (CH^2), (OH) fonctionnant comme le feraient des atomes.

* Voir, pour plus amples détails, la *Photographie sans objectif*. Gauthier-Villars (1887).

Je veux dire par là que pour retrouver les propriétés physiques des vapeurs dont ils font partie, je n'ai pas à tenir compte de leurs mouvements intérieurs, mais seulement de leurs mouvements d'ensemble.

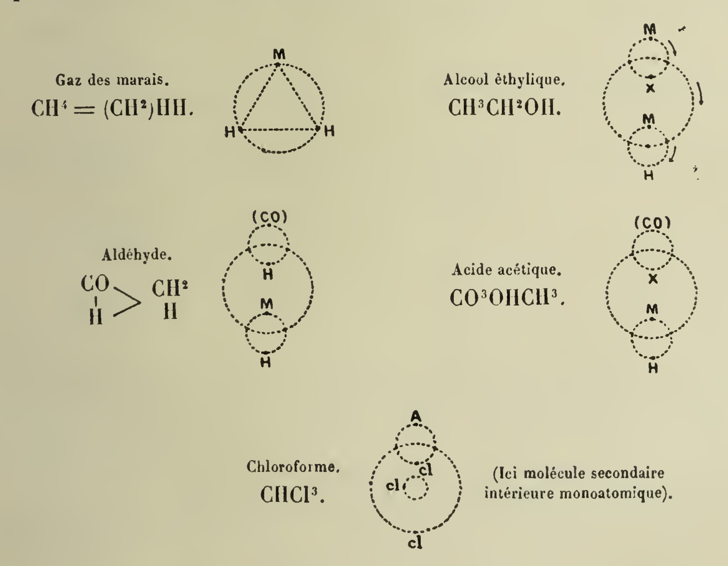
Pour plus de commodité, je les désignerai dans l'exposition qui va suivre, (CH) par A comme étant la base de l'acétylène (CH) (CH); (CH^2) par M, comme étant la base du méthane; (OH) par X.

Ces radicaux, jouant rôle d'atomes, peuvent former, avec d'autres radicaux semblables ou avec des atomes proprement dits, des *molécules secondaires* dans la molécule totale; ces molécules secondaires se comportant, au point de vue mécanique, *comme si elles occupaient seules le volume de la molécule totale,* dans les mêmes conditions de température et de pression.

J'ai été amené également à admettre, à l'intérieur de la molécule totale, l'existence de *molécules secondaires* à un ou plusieurs atomes ou radicaux en tenant lieu.

A l'aide de ces groupements basés sur la notation atomique et sur les principes qui lui servent de base, je retrouve les chaleurs spécifiques et les chaleurs de vaporisation des corps qui font l'objet de ce travail, et cela en m'appuyant *strictement* sur le théorème fondamental de ma théorie du mouvement atomique.

Je donnerai ici quelques formules avec figures donnant les divers groupements dans la molécule totale.



Pour éviter de multiplier ces figures, je représenterai les atomes ou radicaux qui se trouvent à la surface de la molécule totale, à gauche de l'accolade, ceux de l'intérieur à droite.

Les radicaux faisant fonction d'atomes, autres que ceux désignés par A, M, X, seront enfermés entre parenthèses, et les *molécules secondaires* précédées d'un astérisque.

<table>
<tr><th>NATURE DE LA VAPEUR.</th><th>FORMULE atomique.</th><th>GROUPEMENT moléculaire.</th><th>COEFFICIENT de dilatation.</th><th>CHALEUR spécifique.</th></tr>
<tr><td>Gaz des marais . . . .</td><td>CH^4</td><td>M
/ \
H — H</td><td>0,003827</td><td>0,592</td></tr>
<tr><td>Éthylène . . . .</td><td>C^2H^4</td><td>H—A—H—A</td><td>0,00366</td><td>0,404</td></tr>
<tr><td>Alcool méthylique. . .</td><td>CH^3OH</td><td>*M—X
|
H</td><td>0,00394</td><td>0,394</td></tr>
<tr><td>Alcool éthylique. . . .</td><td>CH^3CH^2OH</td><td>*M—X
|
*M—H</td><td>0,00382</td><td>0,453</td></tr>
<tr><td>Chlorure d'éthyle . . .</td><td>CH^3CH^2Cl</td><td>M
*M—H } *Cl</td><td>0,00361 ?</td><td>0,274</td></tr>
<tr><td>Aldéhyde. . . . .</td><td>CO—H—CH^3</td><td>*(CO)—H
*M—H</td><td colspan="2">Indéterminés.</td></tr>
<tr><td>Acétone . . . .</td><td>$CO(CH^3)^2$</td><td>(CO)
*M—H } *M—H</td><td>0,00429</td><td>0,412</td></tr>
<tr><td>Oxyde d'éthyle . . . .</td><td>$(CH^3CH^2)^2O$</td><td>M { M
|
*M—H { *M—H >O</td><td>0,00382</td><td>0,479</td></tr>
<tr><td>Éther acétique. . . . .</td><td>$CO(CH^3)O(C^2H^5)$</td><td>(CO) { M
*M—H { *M—H >O</td><td>0,00379</td><td>0,400</td></tr>
<tr><td>Chloroforme. . . . . .</td><td>$CHCl^3$</td><td>*A—Cl
| } *Cl
Cl</td><td>0,00377</td><td>0,1567</td></tr>
<tr><td>Chlorure de carbone. .</td><td>CCl^4</td><td>*(CCl)—Cl
| } *Cl
Cl</td><td colspan="2">Indéterminés.</td></tr>
<tr><td>Chlorure de silicium. .</td><td>$SiCl^4$</td><td>*(SiCl)—Cl
| } *Cl
Cl</td><td>0,00449</td><td>0,132</td></tr>
<tr><td>Protochlor. de phosph.</td><td>PCl^3</td><td>P
| } *Cl—Cl
Cl</td><td>0,00480</td><td>0,134</td></tr>
<tr><td>Benzine. . . . .</td><td>C^6H^6</td><td>*A—A
// \\
A—A=A—A</td><td>0,00366</td><td>0,375</td></tr>
<tr><td>Sulfure de carbone. . .</td><td>CS^2</td><td>C
| } *S
S</td><td>0,00383</td><td>0,1569</td></tr>
</table>

Ces formules, dont la plupart ont été déterminées à l'aide de la chaleur spécifique, s'appuient, comme on le voit, sur la notation atomique. Toutefois, ces deux données seules seraient insuffisantes, si les principes relatifs à la chaleur de vaporisation ne permettaient de faire un choix entre deux ou plusieurs groupements possibles.

Aussi la détermination de la chaleur de vaporisation reste-t-elle encore, à mon avis, le meilleur moyen de contrôle quand il s'agit de déterminer la position relative des atomes ou radicaux en tenant lieu dans la molécule.

Le cas, par exemple, se présente pour le chlorure de silicium.

Deux groupements sont susceptibles de donner la chaleur spécifique trouvée par expérience; le groupement :

$$\begin{array}{c}(\mathrm{Si-Cl})\\ \diagup\quad\diagdown\\ \mathrm{Cl}\qquad\mathrm{Cl}\\ \diagdown\ \mathrm{Cl}\ \diagup\end{array}$$

(Si — Cl) constituant une molécule secondaire à deux atomes séparés, molécule dont le centre fonctionne comme le ferait un atome par rapport aux trois autres atomes de chlore, la molécule elle-même fonctionnant comme le ferait une molécule ordinaire.

L'autre groupement est le suivant :

$$\left.\begin{array}{c}{}^*(\mathrm{SiCl})\!-\!\mathrm{Cl}\\ |\\ \mathrm{Cl}\end{array}\right\}{}^*\mathrm{Cl}$$

Celui-là seul donne la chaleur de vaporisation d'expérience; l'autre, une valeur trop grande.

Le chlorure de silicium n'est-il pas d'ailleurs l'analogue du chlorure de carbone pour lequel on a la formule :

$$\left.\begin{array}{c}{}^*(\mathrm{CCl})\!-\!\mathrm{Cl}\\ |\\ \mathrm{Cl}\end{array}\right\}{}^*\mathrm{Cl}$$

l'analogue enfin du chloroforme :

$$\left.\begin{array}{c}{}^*\mathrm{A}\!-\!\mathrm{Cl}\\ |\\ \mathrm{Cl}\end{array}\right\}{}^*\mathrm{Cl}$$

dans lequel A = (CH) est remplacé par (SiH); l'H de SiH étant remplacé à son tour par Cl.

Pour indiquer enfin la méthode à suivre, il faut se reporter aux définitions. Je prends comme exemple le chloroforme.

A — Cl forme sur la surface de la molécule totale une molécule secondaire à deux atomes, le radical A = CH étant une variété *condensée* de molécule se comportant comme un atome isolé. Le centre de A — Cl se comporte à son tour, lié qu'il est à l'atome Cl diamétralement opposé, comme un atome de masse égale à A — Cl. La molécule-enveloppe est donc comme si elle renfermait deux atomes; elle renferme de plus une molécule secondaire à deux atomes; elle se comporte donc comme deux molécules à deux atomes.

Il reste enfin la molécule intérieure à un atome. On a par conséquent pour chaleur spécifique :

$$C = 2A\alpha + \frac{2}{3}A\alpha = \frac{8}{3}A\alpha.$$

C étant la chaleur spécifique trouvée par Regnault, α le coefficient de dilatation de la vapeur dans les limites où il a opéré.

La valeur de α est celle qui a été trouvée par MM. Troost et Hautefeuille pour le protochlorure de phosphore et le chlorure de silicium.

CHALEURS LATENTES DE VAPORISATION.

Quand une vapeur passe à l'état liquide, les atomes qui constituent ses molécules passent d'une vitesse de translation v à la vitesse V.

Au moment où le changement d'état commence, *les choses se passent comme si le centre exerçait sur la surface une attraction variant en raison inverse de la distance pendant toute la durée du phénomène.*

Soit $4\pi R^2 Pg$ cette attraction ; à l'unité de distance, elle sera égale à $4\pi R^3 Pg = K$ et à la distance λ $\frac{K}{\lambda}$.

Le travail effectué pendant une variation infiniment petite est donc $\frac{K}{\lambda}\,\delta\lambda$ et pendant la variation par l'intégrale de $\frac{K}{\lambda}\,\delta\lambda$, c'est-à-dire par :

$$KL\frac{R}{r} = T,$$

r étant le rayon final de la molécule, R le rayon initial.

T peut encore s'écrire :

$$\frac{K}{3}L\frac{R^3}{r^3} = \frac{4}{3}\pi R^3 Pg L\frac{R^3}{r^3}.$$

J'écris que la demi-variation de force vive correspondante est égale à T, ce qui donne :

$$T = M\frac{V^2}{2}.$$

Cela étant, et afin que le phénomène ne présente aucune obscurité, je considère cet effet de l'attraction, indépendamment de celui des autres forces qui agissent sur le système, et aussi comme instantané. Cela se comprend, cette attraction étant de la forme $m\frac{v^2}{r}$ où $\frac{v^2}{r}$ est extrêmement grand et r extrêmement petit.

La tension de la vapeur restant constante pendant toute la déformation, en se reportant à la formule fondamentale, on voit que la vitesse initiale v à l'état gazeux décroît avec le rayon moléculaire, et devient pour le rayon r, v' peu différente de 0 ou en tous cas négligeable.

On doit avoir, en effet, d'après le théorème fondamental de ma théorie :

$$M\frac{v'^2}{2} = \frac{4}{3}\pi r^3 Pg\,; \qquad M\frac{v^2}{2} = \frac{4}{3}\pi R^3 Pg,$$

P étant la tension maxima de la vapeur.

P étant parfois assez faible, et R^3 très grand alors par rapport à r^3, je

néglige $M\frac{v'^2}{2}$ devant $M\frac{v^2}{2}$, et j'écris que la force vive finale des atomes est égale à $M\frac{V^2}{2}$. Pour de hautes températures et de très hautes tensions, on ne doit plus toutefois négliger cette quantité $\frac{Mv'^2}{2}$; elle doit s'ajouter à $M\frac{V^2}{2}$.

Il y a, dans ces conditions, chaleur dégagée provenant de deux sources. D'abord φ celle qui provient de la déformation indépendamment de l'attraction intérieure, ensuite φ' celle qui provient de l'oscillation moléculaire qui est le résultat du passage de la vitesse v à la vitesse V.

Dans le cas des gaz à deux atomes, il vient pour valeur de φ :

$$\varphi = \frac{1}{E}\sum\frac{2}{3}\pi(R^3 - r^3)Pg.$$

Dans le cas des gaz à trois atomes :

$$\varphi = \frac{1}{E}\sum\frac{8}{9}\pi(R^3 - r^3)Pg.$$

Pour le moment, je ne considérerai que ces deux cas avec celui de la molécule monoatomique, celle de mercure, par exemple, pour laquelle on a :

$$\varphi = \frac{1}{E}\sum\frac{4}{9}\pi(R^3 - r^3)Pg.$$

Par analogie avec ce qui se passe pour la chaleur spécifique dans la dilatation ou la contraction d'un gaz sous pression constante, je désignerai cette quantité R sous le nom de chaleur spécifique de vaporisation.

Quant à φ', chaleur d'oscillation, sa valeur est donnée par :

$$\frac{1}{E}\sum 4m\frac{(V^2 - v^2)}{2\pi^2} = \frac{1}{E}\sum\frac{2}{3}\pi R^3 Pg \cdot \frac{4}{\pi^2}\left(L\frac{R^3}{r^3} - 1\right).$$

Cela fait en tout, pour les vapeurs à deux atomes ou qui en tiennent lieu :

$$\varphi + \varphi' = \frac{1}{E}\sum\left[\frac{2}{3}\pi R^3 Pg \cdot \frac{4}{\pi^2}\left(L\frac{R^3}{r^3} - 1\right) + \frac{2}{3}\pi(R^3 - r^3)Pg\right]. \quad (1)$$

Pour les vapeurs à trois atomes ou en tenant lieu :

$$\varphi_1 + \varphi'_1 = \frac{1}{E}\sum\left[\frac{2}{3}\pi R^3 Pg \cdot \frac{4}{\pi^2}\left(L\frac{R^3}{r^3} - 1\right) + \frac{8}{9}\pi(R^3 - r^3)Pg\right]. \quad (2)$$

Dans le cas où il existe, à la surface de la molécule totale, une molécule secondaire qui n'est pas affectée, elle, de la même façon que précédemment par le changement d'état, la parenthèse $\left(L\frac{R^3}{r^3}-1\right)$ des équations (1) et (2) se réduit à $L\frac{R^3}{r^3}$ si elle est liée sur la surface de la molécule totale à des atomes ou à des radicaux en tenant lieu.

En plus, en effet, de l'oscillation dont j'ai parlé, cette molécule secondaire — qui se comporte comme une molécule *gazeuse* à température constante pendant la déformation, — cette molécule donne lieu, dans ces conditions, *par sa surface*, à une oscillation dont l'équivalent calorifique est :

$$\frac{1}{E}\sum\frac{2}{3}\pi R^3 P g\cdot\frac{4}{\pi^2},$$

ce qui justifie la modification de la parenthèse $\left(L\frac{R^3}{r^3}-1\right)$.

Dans le cas où il n'y aurait que des molécules secondaires à la surface de la molécule totale, l'oscillation dont je viens de parler ne se produirait plus.

Les choses alors se passeront comme si ces *molécules secondaires* étaient remplacées par autant d'atomes et les formules (1) et (2) resteront applicables.

En négligeant r^3 dans la parenthèse (R^3-r^3), les formules ci-dessus deviendront, toutes simplifications faites :

$$\varphi+\varphi'=\frac{1}{E}\frac{V\pi Pg}{9}\left(0{,}405\,L\frac{V}{1{,}0607\,v}+0{,}595\right) \qquad (a)$$

$$\varphi_1+\varphi'_1=\frac{1}{E}\frac{V\pi Pg}{9}\left(0{,}405\,L\frac{V}{1{,}0607\,v}+0{,}928\right). \qquad (b)$$

Dans le cas enfin où un atome sur deux, par exemple, serait remplacé par une molécule secondaire, on aura :

$$\varphi_2+\varphi'_2=\frac{1}{E}\frac{V\pi Pg}{9}\left(1+0{,}405\,L\frac{V}{1{,}0607\,v}\right). \qquad (c)$$

Sous cette forme les équations (*a*), (*b*), (*c*) présentent un avantage : l'indication des deux variétés de chaleur dégagée. Mais il peut être utile pour la commodité du calcul de les mettre sous la forme suivante :

$$\left.\begin{aligned}\varphi+\varphi'&=\frac{1}{E}\frac{V\pi Pg}{9}L\,1{,}813\left(\frac{V}{1{,}0607\,v}\right)^K \quad (a)\\ \varphi_1+\varphi'_1&=\frac{1}{E}\frac{V\pi Pg}{9}L\,2{,}53\left(\frac{V}{1{,}0607\,v}\right)^K \quad (b)\\ \varphi_2+\varphi'_2&=\frac{1}{E}\frac{V\pi Pg}{9}L\,2{,}718\left(\frac{V}{1{,}0607\,v}\right)^K \quad (c)\end{aligned}\right\}\ K=0{,}405.$$

Le rapport $\frac{R^3}{r^3}$ est celui des volumes moléculaires à l'état gazeux et à l'état liquide. On le détermine en se basant sur les considérations suivantes :

Le groupement des molécules liquides est le même que celui des molécules gazeuses dans une couche horizontale, mais les molécules des couches supérieures, au lieu d'être tangentes à deux de la couche inférieure ou supérieure, comme dans les gaz, sont tangentes à trois.

Partant de là, on arrive à

$$\frac{R^3}{r^3} = \frac{V}{1,0607\,v},$$

V étant le volume occupé par 1 kilogr. de vapeur saturée, v le volume de cette vapeur liquéfiée.

Cela étant, je donne ici les résultats que j'ai obtenus avec l'indication des formules à employer, étant donnée la composition moléculaire :

VAPEUR.	TEMPÉRATURE de vaporisation.	CHALEUR de vaporisation.	NOMBRES d'expériences.
Brome (*a*)	63°	44,3	45
Protochlorure de phosphore (*a*)	78	51	50,3
Aldéhyde (*a*)	21	136,8	136,3
Sulfure de carbone (*a*)	0	89,35	90
Acide sulfureux (*b*)	—10	95,5	96,8
Eau (*b*)	0	604,43	606,5
Benzine (*b*)	0	109	109
Chloroforme (*c*)	0	66,47	67
Chlorure de carbone (*c*)	0	53	52
Acétone (*c*)	0	137,8	140
Chlorure d'éthyle (*c*)	11	100,8	100
Éther (*c*)	0	93,73	94

Pour les températures autres que 0°, la chaleur de vaporisation a été calculée dans le cas où la vapeur saturée se forme sous la pression 0,760.

Ces résultats sont le complément de ceux que j'ai déjà publiés, ils forment avec eux un ensemble assez important déjà pour militer en faveur de ma théorie.

La théorie allemande du mouvement rectiligne a-t-elle produit rien de semblable ?

Est-il donc si difficile de convenir que jusqu'ici elle est restée stérile ?

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU MERCURE.

J'avais cru, tout d'abord, que la molécule de ce métal ne pouvait être une molécule monoatomique et j'y admettais la présence de deux atomes de poids atomique égal à 100.

J'ai tenu à soumettre cette hypothèse à l'épreuve du calcul, en me basant sur les principes qui m'ont servi dans l'étude de la condensation des vapeurs, de la chaleur de fusion, etc.

Les résultats qu'elle m'a donnés n'étant pas ceux d'expérience, j'ai repris l'hypothèse d'une molécule à un seul atome, comme l'admettent les atomistes.

C'est cette dernière qui m'a permis de retrouver les résultats d'expérience.

Chaleur de vaporisation. — Je la détermine à la température 357° pour laquelle la tension maxima de la vapeur est de 760 mm d'après Regnault.

Comme je l'ai dit, à propos des chaleurs de vaporisation, elles ont une double origine :

1° L'oscillation du centre moléculaire ou, ce qui revient au même, le choc contre la surface sur laquelle se produit la condensation.

2° La déformation sous pression constante, indépendamment de l'attraction intérieure.

Soit w la vitesse atomique à l'état gazeux, W à l'état liquide, M la masse moléculaire.

Quant à la première source de chaleur, la molécule étant monoatomique, il y a seulement la moitié des molécules qui, par leurs atomes, réagissent sur la paroi. On comprend aisément pourquoi.

On a alors, pour chaleur dégagée dans le passage *instantané* de la vitesse w à la vitesse W, le changement d'état étant réalisé,

$$\frac{1}{2E}\sum\frac{4M(W^2-w^2)}{2\pi^2}. \qquad (1)$$

Quant à la deuxième source, la molécule étant monoatomique, on a :

$$\frac{1}{E}\sum\frac{4}{9}\pi(R^3-r^3)pg, \qquad (2)$$

R et r étant les rayons moléculaires, gazeux et liquide.

On a donc pour chaleur dégagée

$$Q=\frac{1}{E}\sum\left[\frac{M(W^2-w^2)}{\pi^2}+\frac{4}{9}\pi(R^3-r^3)pg\right]. \qquad (3)$$

Or

$$\frac{W^2}{w^2}=L\frac{R^3}{r^3}.$$

De plus

$$\frac{Mw^2}{2}=\frac{4}{3}\pi R^3 pg$$

d'après la formule fondamentale de la théorie

donc

$$\sum Mw^2 = \frac{4V\pi pg}{9},$$

de plus, dans (3)

$$\sum \frac{4}{9}\pi R^3 pg = \frac{2V\pi pg}{3 \times 9}.$$

Connaissant la valeur de la contraction du mercure à — 39° on arrive, en se basant sur les indications que j'ai données sur la façon dont peuvent être disposées les molécules, que le groupement liquide est le même que le groupement eau.

Le terme $\sum \frac{4}{9}\pi r^3 pg$ devient donc $\frac{2}{3} \cdot \frac{v\pi pg}{9} 1,0607$.

Il vient donc pour valeur de la formule (3) simplifiée

$$Q = \frac{2\pi pg}{9E}\left[V\left[\frac{\left(2L\frac{R^3}{r^3} - 1\right)}{\pi 2} + \frac{1}{3}\right] - \frac{1,0607v}{3}\right] \tag{4}$$

V et v étant les volumes occupés par 1 kilogr. de mercure à l'état gazeux et à l'état liquide à 357°.

Le volume v à 357° est, d'après les formules de Regnault :

$$\frac{1,0677}{13.596} \quad \text{(en litres).}$$

Le volume V, en prenant pour base la densité de vapeur trouvée par M. Dumas 6,976, est égal à 256^l,1.

v étant très petit par rapport à V, on peut négliger dans (4) le terme $\frac{v}{3} \times 1,0607$.

Il reste à déterminer $L\frac{R^3}{r^3}$. A cause du mode de groupement dans les deux états on a :

$$L\frac{R^3}{r^3} = L\frac{V}{v} = L\frac{256,1 \times 13,596}{1,0677} = 8,089.$$

Tous calculs effectués, il vient :

$$Q = 79,79. \qquad \text{Trouvé : 77 (Favre).}$$

Si l'on admet que l'ébullition du mercure ait lieu à 350°, on trouve :

$$Q = 78,64.$$

Chaleur spécifique du mercure liquide. — La résultante des forces moléculaires dans la molécule de mercure est égale

$$4\pi r^2 Pg - \frac{Mw^2}{r} = \frac{4}{3}\pi r^2 Pg = \varphi.$$

Il faut ajouter à φ l'attraction moléculaire *au contact*

$$\frac{2\pi r^2 Pg\sqrt{3}}{4} = \varphi'.$$

Ce qui donne :

$$\varphi + \varphi' = \pi r^2 Pg\left(\frac{4}{3} + \frac{\sqrt{3}}{4}\right) = 2,2\pi r^2 Pg.$$

On a donc pour travail effectué pendant une variation de 1° pour 1 kilogr. de Hg :

$$\sum \frac{2,2\pi r^3 Pg\alpha}{3} \qquad \alpha = \frac{1}{5550}$$

ou

$$\frac{1,1 v\pi Pg\alpha}{9} \qquad v = \frac{0,001}{13,596}. \tag{1}$$

Comme je l'ai dit à propos de l'eau, on a :

$$\frac{r^3 P}{R^3 p} = L\frac{R^3}{r^3}, \tag{2}$$

p étant la tension maxima de la vapeur de Hg à 0° égale en fonction de la pression atmosphérique à $\frac{1}{38000}$

(F = 0^{mm},02) (Regnault).

Si on effectue les calculs en partant des données d'expériences, on a :

$$L\frac{R^3}{r^3} = 17,856.$$

Partant de là et tirant de (2) la valeur de P à porter dans (1), il vient pour équivalent calorifique du travail (1) :

$$Q = 0,032882 \qquad \text{Trouvé : } 0,033.$$

Compressibilité. — A cause de l'attraction intermoléculaire, on peut remplacer P et l'équivalent de l'attraction par

$$P' = \frac{\sqrt{3}}{4}P + P = 1,433P.$$

Pour une augmentation de pression égale à 1 atmosphère, le volume v diminue dans la proportion $\frac{v}{P'}$

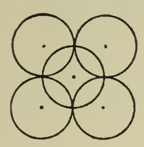
$$\frac{v}{P'} = \mu \quad \text{or} \quad v = \frac{1}{13,596}.$$

$$\mu = \frac{1}{13,596 \times 1,433P} = 0,000001894.$$

Trouvé : 0,00000187 (Jamin).

Chaleur de fusion du mercure. — D'après Mallet, la densité du Hg liquide à — 40° est égale à 14.199, celle du Hg solide étant 14,392.

Le rapport de ces deux densités, 1,01352 plus petit que ceux que j'ai trouvés pour valeurs des rapports des volumes-enveloppes des différents groupements moléculaires, m'a conduit à admettre pour le mercure solide le groupement



dont le volume-enveloppe est le même que dans le groupement correspondant à l'état liquide. La forme octaédrique des cristaux s'explique par là très bien.

0,01352 représente donc la contraction de l'unité de volume lors de la solidification.

A cause de l'attraction moléculaire, égale à

$$1{,}414\pi s^2 Pg$$

provenant des quatre molécules inférieures et supérieures, et perpendiculaire au plan de base de l'octaèdre, on a pour travail effectué :

$$\int_l^s \left(\frac{4}{3}+1{,}414\right)\pi l^2 Pg\delta l = \frac{2{,}743}{3}\pi s^3 Pg\, 0{,}0135 = T.$$

(s rayon de la molécule solide, l de la molécule liquide.)

Et pour équivalent calorifique du travail de transformation pour 1 kilogr.

$$\sum \frac{T}{E} = \frac{1}{E} 2{,}743 \frac{V\pi Pg}{2\alpha 9} 0{,}0135.$$

Je puis, sans erreur appréciable, prendre P égal à la valeur obtenue plus haut pour la température 0° (compressibilité).

$$V = \frac{0{,}001}{14{,}39}.$$

Tous calculs effectués, il vient :

$$\sum \frac{T}{E} = 2{,}836.$$

Trouvé : 2,8 (Person).

M. Ch.-V. ZENGER

Professeur à l'École polytechnique de Prague.

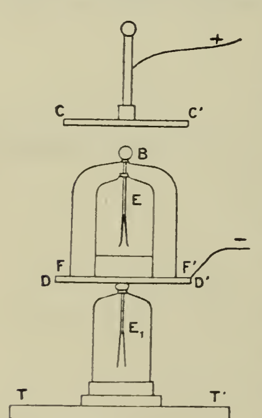
LES PARATONNERRES SYMÉTRIQUES

— *Séance du 13 août 1886.* —

C'était en 1870 que j'ai eu la pensée de protéger les objets contre l'effet de la foudre, d'après l'expérience connue de Faraday, qui a trouvé qu'un corps mis à l'intérieur d'un cube ou d'une boule métallique se trouve protégé contre l'effet des plus fortes étincelles électriques, quelle que soit la position du corps à l'intérieur ; c'est-à-dire que le potentiel du champ dans un point quelconque de l'intérieur devient zéro.

J'eus la pensée de remplacer le cube ou la sphère métallique par deux sections perpendiculaires l'une à l'autre, parce qu'il est impossible de mettre les objets à protéger à l'intérieur d'une caisse métallique ; et j'ai trouvé que la protection par un système de fils en cuivre imitant des sections donne une protection absolue, comme si les corps à protéger se trouvaient à l'intérieur de la caisse métallique de Faraday.

J'ai disposé, pour montrer ce fait, le condensateur CC′ d'un Ruhmkorff, grand modèle, donnant des étincelles foudroyantes de 50 centimètres de longueur, au-dessus d'un électroscope à feuilles d'or E, très sensible, avec sa boule en cuivre réunie avec une plaque de cuivre jaune DD′, par deux conducteurs métalliques, fils de cuivre BF et BF′.



Cette plaque forme le condensateur d'un autre électroscope non protégé par des fils symétriques.

Le condensateur CC′ est réuni à la borne positive, et l'autre disque métallique DD′ de l'électroscope E est réuni par un fil en cuivre avec la borne négative de la bobine de Ruhmkorff de 100,000 mètres de longueur du fil de la bobine secondaire.

Les deux tiges à pointe de platine sont mises à leur plus grande distance pour obtenir les plus fortes décharges et du même sens, parce que

la charge dans les sens contraires est trop faible pour produire à cette distance une décharge.

La première étincelle jaillissant entre le condensateur CC′ et la boule B de l'électroscope, détruit et brûle les feuilles d'or de l'électroscope E_1 qui n'est pas protégé, tandis qu'on n'observe aucune déviation des feuilles dans l'électroscope E protégé par les deux fils BF et BF′, symétriques. En répétant cette expérience, l'effet se trouve toujours le même, quelles que soient la force et la longueur des étincelles.

En prenant 4 fils dans des plans verticaux rectangulaires, la protection est telle qu'on peut rapprocher une tige de caoutchouc fortement électrisée de tout côté sans la moindre action sur les feuilles d'or, mais en mettant la tige dans l'espace entre l'électroscope et entre les fils protégeants, on obtient une déviation de feuilles très forte.

Les expériences démonstratives étaient faites en 1872 à Paris sur le vœu de M. Faye, président de l'Académie, par M. l'abbé Moigno dans ses conférences populaires à la Sorbonne en plaçant, au lieu d'un électroscope, un homme sous les fils de cuivre symétriquement disposés, et en produisant le contact métallique entre la tête et entre les pieds de l'homme avec les fils de cuivre.

Les étincelles foudroyantes de la grande bobine de Ruhmkorff n'ont pas produit la moindre sensation dans le corps de l'homme.

Moi-même j'ai répété cette expérience devant un grand auditoire à l'Exposition d'électricité de Munich et de Vienne avec le même succès complet.

On voit que le potentiel du champ électrique est zéro ou à peu près zéro dans cette disposition de l'expérience, et c'est pourquoi je protège la maison en faisant quatre conducteurs, fils de cuivre de 6 à 17 millimètres en diamètre d'après l'extension du conduit, qui passe de la tige du paratonnerre avec le contact bien protégé contre toute action destructive mécanique ou chimique, le long de la crête du toit, et qui s'y sépare en quatre branches descendantes par les quatre arêtes du toit et des murailles de la maison, se recourbe près du sol, pour finir à une distance de deux mètres au moins dans le sol humide, dans l'eau courante avec des plaques en cuivre de 1 mètre carré de surface. Au cas où des conduites d'eau ou de gaz d'éclairages métalliques se trouvent près de la maison, on peut tout simplement réunir les bouts des quatre fils de cuivre avec les conduits.

La tige et son bout ont aussi été l'objet de longues recherches de ma part. J'ai trouvé que les pointes en cuivre, platine, argent ou quelque autre métal peuvent donner lieu à des objections au point de vue pratique. Car j'ai réuni une grande collection de pointes de tige de paratonnerres atteintes par la foudre, qui étaient toutes fondues sans exception.

Les pointes de cuivre, comme celles de platine et d'argent, présentent des lames métalliques qui adhèrent au cône métallique, comme les gouttes de stéarine à une chandelle, et la pointe est alors perdue, quel que soit le métal, quand la foudre est tombée sur elle, et la protection devient nulle.

Il m'a paru important d'éviter cet inconvénient, en construisant au lieu du cône de 20° un ovoïde d'à peu près 30° à la partie supérieure, comme le montre la figure ci-contre; l'angle de deux tangentes est symétrique de 30°.

La tige porte à sa partie supérieure cet ovoïde, qui est réuni avec la tige en fer avec une vis et par soudure à haute température. L'ovoïde a le diamètre de la tige en bas, et l'angle de 30° en haut, il est construit en cuivre rouge et doré. En vissant sur l'électroscope E dans l'expérience fondamentale au lieu de la boule, une pointe (cône de 20°), un ellipsoïde, ou un ovoïde, on trouve que les étincelles de la bobine éclatent à la distance de 45 centimètres, si le cône est vissé à l'électroscope; de 30 à 20 centimètres avec des ellipsoïdes, avec des différentes excentricités, à 10 centimètres avec l'ovoïde de 30°, et à 8 centimètres seulement avec la boule, tandis que les décharges sombres ou en aigrettes s'établissent à peu près à la même distance pour la boule, l'ellipsoïde et l'ovoïde, tandis que pour le cône de 20°, la distance est exactement 45 centimètres comme pour les décharges en étincelles mêmes. Mais on ne veut pas produire des étincelles sur le parafoudre, mais des décharges lentes en aigrettes ou sombres, c'est pourquoi je préfère l'ovoïde au cône.

D'après l'expérience de milliers de constructions symétriques de paratonnerres, la chute de la foudre est moins fréquente sur les ovoïdes que sur les pointes coniques, on peut dire même exceptionnelle, car j'ai pu constater seulement trois cas de foudre tombant sur l'ovoïde depuis 1872 jusqu'à présent.

En tous cas l'ovoïde est resté intact et même la dorure n'a pas souffert, tandis que les pointes dorées de cuivre ont toujours une partie du cône fondue et la surface dorée brunie, et la dorure est en partie détruite.

J'ai fait à l'Exposition de Vienne la proposition de protéger les villes entières par des fils symétriquement posés sur les toits de quartiers entiers, avec des tiges à ovoïde disposées à distances convenables sur les plus hauts édifices du quartier, et de canaliser ainsi l'électricité atmosphérique de la même manière par un réseau de fils disposés symétriquement, comme nous les faisons pour l'eau potable.

Cette protection serait plus grande, car les paratonnerres d'autre construction constituent un danger pour les maisons environnantes non

protégées. D'ailleurs, depuis 50 années, par les conduits métalliques de gaz, d'eau, par les fils télégraphiques et téléphoniques, enfin par les hautes constructions, les cheminées de manufactures, le danger de la foudre tombante est devenu quintuple, même pour la campagne ; ce qui peut-être s'explique par l'industrie très développée, la fumée dense des cheminées, qui agissent comme bon conducteur, enfin par le déboisement de toutes contrées en Europe, si déplorable à divers points de vue.

M. Ch.-V. ZENGER

Professeur à l'École polytechnique de Prague.

ETUDES SPECTROSCOPIQUES

— *Séance du 14 août 1886.* —

1. — Prisme simple a vision directe, ou prisme d'immersion.

Le prisme à vision directe est formé par un simple prisme équilatéral en flint ou spath calcaire immergé dans un liquide, dont la réfraction est la même pour les raies D, E à F du spectre solaire, tandis que la réfraction est moindre pour le rouge (raie A) et plus grande pour le rayon violet, ou *vice versa.*

Une boîte en zinc pur, ou quelque autre métal non attaqué par le liquide d'immersion en forme de parallélipipède et creux ; le prisme isocèle d'angle réfringent entre 120°-150° est mastiqué au milieu du parallélipipède creux, de manière à constituer deux compartiments fermés par des plaques planparallèles perpendiculaires à l'axe du parallélipipède. Les parois en haut portent deux ouvertures à bouchons coniques et creux pour recevoir les bulles d'air restant à l'intérieur quand on vient de les remplir des liquides (fig. 1). La figure indique également la marche de rayons rouges, moyens et violets à travers le liquide et le prisme immergé. Tandis que les rayons considérés de réfrangibilité moyenne D ou E, ou même F, entrent et partent sous l'incidence perpendiculaire,

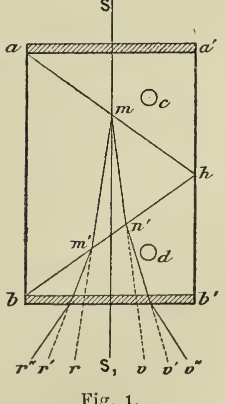


Fig. 1.

ce qui est de plus important pour la spectroscopie des étoiles faibles ou pour l'observation de raies très faibles, déterminant la perte minima

par réflexion, de manière qu'il n'y reste que l'absorption inévitable du liquide et du prisme. La perte sur les faces du prisme *ah* et *bh* est aussi au minimum, à cause de la petite différence du pouvoir réfringent du liquide d'immersion et du prisme.

On peut aisément obtenir des dispersions de 12° à 40° entre les raies A et H, et, de plus, s'il ne s'agit pas de produire en même temps les spectres ultra-rouge et ultra-violet.

Je suis parvenu à obtenir au moyen des verres nouveaux du Dr Schott, appelés crowns phosphatés immergés dans l'anéthole pur, la dispersion de 12° à 28° suivant l'angle du prisme équilatéral et le verre employé. Le mélange d'anéthole et de bromure de naphtaline ou de sulfure de carbone peut élargir le spectre à 40° entre A et H.

J'ai l'honneur de présenter à la section de physique un prisme à immersion dont on peut faire usage directement, sans fente, sans collimateur et sans télescope, en faisant réfléchir la lumière de la source directement sur un miroir cylindrique argenté ou platiné, s'il s'agit du spectre ultra-violet.

Le miroir de 8 à 16 millimètres de diamètre, en gros fil de cuivre ou de bronze bien poli et argenté, nickelé ou platiné, sert très bien. La clarté, jusqu'aux parties ultra-violet et du rouge extrême est surprenante, et en faisant usage d'une lentille cylindrique concave, on voit les spectres des étoiles de 8e et 9e grandeurs, avec une intensité jusqu'ici impossible à obtenir.

Si on peut mettre à côté l'oculaire ordinaire du télescope, on peut obtenir encore plus de luminosité par les miroirs cylindriques mis près du foyer, un peu vers l'objectif du télescope, ou sans oculaire à l'œil nu, s'il s'agit de raies très faibles.

II. — Imitation du spectre normal (de diffraction) par le spectre de dispersion.

Par le choix approprié des liquides et des verres, on peut produire des dispersions semblables à celles du spectre normal, c'est-à-dire de dispersions proportionnelles aux longueurs d'ondes. J'ai l'honneur de donner les dispersions relatives entre les raies A et D et D à H de différentes combinaisons de verres et de liquides comparées à celles du spectre normal.

Le spectroscope décrit plus haut n'est en réalité autre chose que deux parallélipipèdes de dispersion combinés, dont l'un est renversé par rapport à l'autre, savoir : liquide-verre et verre-liquide et jouit de tous les avantages de ce puissant appareil, en augmentant encore la dispersion d'une manière très considérable :

1° La correction des imperfections de prisme et de la courbure des raies est absolue ;

2° L'intensité est au maximum à cause de la perte minime par réflexion, il n'y reste, en effet, que l'absorption inévitable par le verre et le liquide, qui sont tous les deux d'une limpidité extrême;

3° On peut obtenir la proportionnalité de la dispersion partielle aux longueurs d'ondes et même obtenir des dispersions partielles plus grandes du rouge qu'au bord violet du spectre, ce qui est très important, par exemple pour l'observation des protubérances dans la lumière homogène rouge, parce qu'on peut par le choix de l'angle du prisme, chasser du spectre toutes les radiations, par exemple de D à H, par la réflexion totale.

D'autre côté, on peut chasser le rouge et le jaune et n'obtenir que le bleu et le violet très dispersé pour l'étude des radiations ultra-violettes.

III. — Table de combinaisons de verres et de liquides.

a) Mélange à parties égales d'anéthole et de benzine combiné avec le crown phosphaté.

Angle du prisme : 78°19′, du prisme équilatéral 156°38′ :

Dispersion du parallélipipède entre :

$$\text{A et D} = 11°30'. \text{ Dispersion relative} = \frac{11°30'}{10°29'} = 0{,}9.$$

$$\text{D et H} = 10°29'. \text{ Dispersion normale relative} = 1{,}124 = \frac{\text{D}-\text{A}}{\text{D}-\text{A}}.$$

Dispersion totale : 21°39′.

b) L'anéthole pur et le même verre.

Angle du prisme : 75°41′, du prisme isocèle : 151°22′.

Dispersion partielle entre D et A : 2°29′, entre H et D : 22°44′, dispersion partielle relative : $\frac{\text{H}-\text{D}}{\text{D}-\text{A}} = 9{,}06$, la partie bleu-violet se trouve 8 fois plus dispersée que dans le spectre normal.

c) Mélange de 8 volumes d'anéthole et de 2 volumes de térébenthine avec le même verre :

L'angle du prisme : 80°11′ et du prisme isocèle : 160°22′.

Dispersions partielles :

D à A : 9°21′
H à D : 11°33′

Dispersion partielle relative : 1,11, c'est-à-dire très près la même que dans le spectre normal.

d) Mélange de 7 volumes d'anéthole et de 3 volumes de térébenthine combiné au même verre :

Angle du prisme : 76°50′ et du prisme isocèle : 153°40′.

Dispersion partielle de :

$$\begin{array}{r} \text{D à A : } 8^\circ 55' \\ \text{H à D : } 12^\circ 28' \\ \hline 21^\circ 23' \end{array}$$

Dispersion partielle relative : 1,390, c'est-à-dire un mélange intermédiaire entre celui de 20 et 30 p. 100 de térébenthine doit exactement disperser la lumière en proportion des longueurs d'onde de A à H.

e) Verre flint lourd à l'acide borique combiné au sulfure de carbone.

Angle du prisme : 78°33′ ; du prisme isocèle : 157°6′.

Dispersions partielles :

$$\begin{array}{r} \text{D à A} = 9^\circ\ 2' \\ \text{H à D} = 19^\circ 18' \\ \hline 28^\circ 20' \end{array}$$

Dispersion partielle relative : 2,15, c'est-à-dire la dispersion relative du bord violet est sensiblement deux fois plus grande qu'elle ne l'est dans le spectre normal:

En renversant cette combinaison, la dispersion du rouge devient sous l'angle réfringent du prisme de 80°28′ entre :

$$\begin{array}{r} \text{D et A : } 10^\circ 19' \\ \text{H et D : } 14^\circ 41' \\ \hline 25^\circ\ 0' \end{array}$$

Dispersion partielle relative : 1,42, dispersion qui se rapproche beaucoup de la dispersion relative du spectre normal.

f) Cinnamate d'éthyle et verre flint léger de Schott.

Angle du prisme : 78°0′

Dispersion partielle :

$$\begin{array}{r} \text{D à A : } 8^\circ\ 9' \\ \text{H à D : } 14^\circ 17' \\ \hline 22^\circ 26' \end{array}$$

Dispersion partielle relative : 1,75.

g) Même liquide combiné au flint lourd à l'acide borique.

Angle du prisme : 76°02′ ; du prisme équilatéral : 152°4′.

Dispersion partielle de :

$$\begin{array}{r} \text{D à A : } 14^\circ 25' \\ \text{H à D : } 9^\circ 24' \end{array}$$

Dispersion partielle relative $= \frac{9^\circ 24'}{14^\circ 25'} = 0{,}65$; la dispersion du bord

rouge se trouve sensiblement deux fois plus grande que dans le spectre normal.

h) Le même liquide combiné au crown phosphaté.

Angle du prisme : 73°41′ ; du prisme équilatéral : 147°22′.

Dispersion partielle :

D à A : 1°46′
H à D : 25°47′
27°33′

Dispersion partielle relative : 14,3 ; le bord violet est 12 à 13 fois plus dispersé que dans le spectre normal.

i) Crown lourd au borate de baryum combiné à l'éther cinnamique.

Angle du prisme : 79°44′ ; du prisme équilatéral : 159°48′.

Dispersion partielle de :

D à A : 9°38′
H à D : 15°36′
25°14′

Dispersion partielle relative : 1,62.

En renversant la combinaison, on obtient sous l'angle de 77°40′ les dispersions partielles de :

D à A : 1°51′
H à D : 23°35′
25°26′

Dispersion partielle relative : 12,2 ; le bord violet se trouve énormément dispersé.

l) Flint lourde à l'acide borique et sulfure de carbone.

Angle du prisme : 78°48′ ; dispersion partielle de :

D à A : 2°19′
H à D : 22°33′
24°52′

Dispersion partielle relative : 9,8.

La combinaison renversée, c'est-à-dire le verre en avant, deux prismes de verre flint, laissant un prisme équilatéral creux rempli de sulfure de carbone, donne sous l'angle des prismes de verre de : 80°28′ pour le simple parallélipipède de dispersion les dispersions partielles entre :

D et A : 9°98
H et D : 14°21′
24°19′

Dispersion partielle relative : 1,43

Le prisme double isocèle de 160°56′ donne les dispersions partielles de :

D à A : 10°38′
H à D : 24°36′
35°14′

Dispersion partielle relative : 2,13.

m) Huile de cassie et flint à l'acide borique.

Angle du prisme : 72°49′ ; dispersion partielle de :

D à A : 1° 3′
H à D : 20°59′

Dispersion partielle relative : 20,0.

La plus puissante dispersion du bord violet de toutes combinaisons.

n) Cinnamate d'éthyle combiné au crown au phosphate de baryum.

Angle du prisme : 77°13′ ; angle du prisme équilatéral : 154°26′.

1) Dispersion partielle du parallélipipède de dispersion, angle des prismes : 77°13′.

Dispersion partielle de :

D à A : 9°53′
H à D : 14°46′
24°39′

Dispersion partielle relative : 2,92.

2) Prisme isocèle liquide de 154°26′, avec des prismes de verre de 77°13′.

Dispersion partielle entre :

D et A : 10°19′
H et D : 30° 8′
40°27′

Dispersion partielle relative : 2,92.

La plus puissante combinaison, donnant l'effet de 4 à 5 prismes à sulfure de carbone de 60°.

On voit que le prisme isocèle à immersion combine tous les avantages du parallélipipède de dispersion, que j'eus l'honneur de présenter au congrès de Rouen, ce qui tient à la clarté et la précision des images du spectre; mais qu'il le surpasse amplement en dispersion, donnant à peu près la dispersion double du parallélipipède de dispersion ; d'ailleurs il se prête encore mieux que le parallélipipède de dispersion à la production de la lumière homogène, rouge ou violet, quand on fait dépasser l'angle du prisme, l'angle-limite de réfraction pour le rayon D,

conservant ainsi seulement la partie rouge, et l'angle-limite de la raie E, conservant ainsi seulement la partie bleu-violet de F, jusqu'à l'ultra-violet.

La luminosité de spectres de dispersion surpassant beaucoup celle de spectres de diffraction, il est évident que l'importance du prisme d'immersion se porte aussi à l'imitation de la dispersion dans le spectre normal, toutefois en conservant la clarté supérieure à celle des spectres produits par les réseaux.

M. E. BICHAT

Professeur à la Faculté des sciences de Nancy.

SUR LE TOURNIQUET ÉLECTRIQUE ET LA DÉPERDITION DE L'ÉLECTRICITÉ PAR CONVECTION

— Séance du 16 août 1886. —

Le tourniquet électrique n'a guère été utilisé jusqu'à présent que pour mettre en évidence le mode particulier de déperdition de l'électricité par les pointes et la réaction qui en est la conséquence. Cependant, dans ces derniers temps, M. Kæmpfer * a essayé de l'employer à la mesure des grandeurs électriques. Il est aisé de voir cependant que, sous sa forme habituelle, cet instrument ne peut donner des indications précises.

Il est bien évident tout d'abord qu'il n'est point comparable à lui-même, car la forme des pointes s'altère avec le temps sous l'action des aigrettes qui s'en échappent. D'un autre côté, il est à peu près impossible de fabriquer des pointes identiques à un modèle donné, et, par suite, d'obtenir deux instruments comparables entre eux.

Les propriétés du tourniquet tiennent à ce que, sur un conducteur électrisé, la densité électrique en un point devient très grande quand la courbure en ce point devient elle-même très grande. Pour obtenir un conducteur remplissant ces conditions, il n'est pas nécessaire de prendre une pointe ; on le réalise tout aussi bien avec un fil de faible diamètre, c'est-à-dire avec un conducteur pour lequel en chaque point l'un des rayons de courbure principaux est indéfiniment grand, l'autre étant extrêmement petit. Un pareil fil, isolé, mis en communication avec une

* Wied, *Annales*, t. XX, p. 601, et *Journal de physique*, 2e série, t. III, p. 265.

machine électrique, laisse en effet échapper sur tout son pourtour des aigrettes analogues à celles que l'on voit se produire aux extrémités des pointes. Si l'on veut observer le mouvement de réaction qui en résulte, il suffira de rendre ce fil mobile et de faire en sorte que les aigrettes ne puissent se produire que sur une partie seulement de son pourtour. On réalise aisément cette dernière condition en disposant le fil fin parallèlement à l'axe d'un cylindre conducteur de diamètre assez grand, le fil et le cylindre étant reliés l'un à l'autre par leurs extrémités et étant ainsi constamment au même potentiel.

Partant de là j'ai établi un tourniquet électrique que l'on peut toujours reproduire dans des conditions géométriques parfaitement déterminées.

Il se compose d'un cadre rectangulaire ABCD de 35 centimètres de longueur, et de 8 centimètres de largeur formé par des tubes creux de $0^c,25$ de diamètre. Parallèlement aux grands côtés AC et BD du rectangle, on dispose deux fils métalliques très fins F et G dont les extrémités sont saisies par deux couples de pinces supportées par des tiges de 2 centimètres de longueur perpendiculaires au plan du rectangle. L'un des fils est de l'un des côtés du plan du rectangle ; l'autre fil est de l'autre côté du même plan. Le système est suspendu à l'extrémité d'un fil de torsion en maillechort de 86 centimètres de longueur et de $0^c,02$ de diamètre, soutenu à l'extrémité supérieure par une pince O fixée elle-même à un support isolant. A la partie inférieure, en P, cet équipage mobile supporte une tige PM à laquelle sont fixées deux lames de mica plongeant dans de l'acide sulfurique contenu dans un vase isolé : ces lames sont destinées à amortir les oscillations. Un miroir M collé sur cette tige permet d'observer la rotation de l'appareil par la méthode par réflexion de Poggendorff. Enfin, l'ensemble ainsi constitué est disposé au centre d'un grand cylindre en tôle de 140 centimètres de diamètre communiquant avec le sol ; ce cylindre n'est point représenté sur la figure.

Si l'on vient à relier cet appareil au conducteur d'une machine électrique, il arrive bientôt que le potentiel est suffisant pour que des aigrettes s'échappent des fils F et G. Ces aigrettes ne se produisent que sur les portions de ces fils qui sont opposées aux tiges AC et BD. Entre F et AC, G et BD, il ne peut en effet se produire d'aigrettes, puisque, d'après la construction même de l'appareil, ces conducteurs sont au même potentiel. En même temps que les aigrettes se manifestent, l'appareil tourne autour de l'axe du fil de suspension, comme cela arriverait pour un tourniquet ordinaire ; la seule différence est que les pointes sont remplacées par des fils.

Cette substitution présente de grands avantages : comme on peut tou-

jours obtenir des fils identiques à un modèle donné, on aura, par cela même, la certitude de pouvoir construire des appareils comparables.

Pour éviter les perturbations provenant de ce que des aigrettes peuvent s'échapper soit du fil de torsion, soit des pinces qui servent à tendre les fils F et G, on a entouré le fil de torsion d'un cylindre métallique HK terminé par un cylindre plus large V qui recouvre toute la partie supérieure du tourniquet. De même, la partie inférieure du cadre est renfermée dans l'intérieur d'un cylindre métallique V′ reposant sur le support isolant qui soutient le vase à acide sulfurique. Ces cylindres sont d'ailleurs reliés électriquement au tourniquet proprement dit. Une ouverture pratiquée dans le vase V′ permet d'éclairer le miroir M. De cette disposition il résulte que la portion véritablement active des fils, c'est-à-dire celle sur laquelle les aigrettes peuvent se produire est certainement inférieure à la distance des bords en regard des vases V et V′, distance qui est de 22 centimètres.

A chaque instant on pouvait déterminer la valeur absolue du potentiel du tourniquet; il suffisait pour cela de le relier à l'électromètre absolu imaginé par M. Blondlot et moi, qui a été récemment décrit*. Pour que le potentiel du tourniquet varie lentement, on le met en communication avec l'une des armatures d'une batterie de douze grandes jarres reliée elle-même à l'un des pôles d'une machine de Holtz à laquelle un moteur à eau imprime un mouvement de rotation régulier.

Il est indispensable aussi de pouvoir, à un instant donné, conserver au potentiel du tourniquet une valeur constante. Pour cela, on met en relation l'électromètre et le tourniquet avec un plateau isolé dont on peut approcher ou éloigner à volonté un balai composé de fils de très petit diamètre et communiquant avec le sol. Sitôt que le potentiel tend à dépasser une certaine valeur, il se produit, entre le balai et le plateau, des aigrettes qui tendent à lui maintenir une valeur constante. Ce dispositif n'est autre que le *trop-plein* électrique imaginé par M. Mascart

* *Journal de physique*, 2e série, t. V, p. 457.

pour certaines expériences. Comme l'a fait remarquer M. Baille*, ce trop-plein, une fois réglé pour un certain potentiel, ne peut assurer la constance rigoureuse de ce potentiel, parce que les conditions dans lesquelles se produisent les aigrettes sont variables avec le temps; mais en modifiant quelque peu la position du balai par rapport au plateau, en se réglant sur les indications de l'électromètre, on obtient facilement la constance cherchée.

L'appareil étant ainsi disposé, on constate que si l'on augmente peu à peu la valeur du potentiel, le tourniquet reste d'abord absolument immobile; ce n'est que quand le potentiel atteint une certaine valeur, parfaitement déterminée, que le tourniquet se met en mouvement. La déviation du tourniquet croît ensuite proportionnellement à la variation de la valeur du carré du potentiel. Dans une série d'expériences, la valeur moyenne du potentiel pour lequel le tourniquet commence à se mettre en mouvement, ou *potentiel de départ,* a été trouvée égale à 69,1 (C. G. S.), les fils F et G étant en platine d'un diamètre de $0^c,00501$, et le tourniquet étant électrisé positivement. Pour un même fil de platine, le potentiel de départ conserve sensiblement la même valeur, pourvu que ce fil soit parfaitement propre. Pour le fil de platine dont on vient de donner les dimensions, la valeur absolue du potentiel de départ dans des expériences faites à plusieurs mois d'intervalle n'a varié que de 68,3 à 69,9.

Des mesures faites successivement à quelques heures d'intervalle présentent toujours une grande constance. Les différences que nous venons de signaler ne se produisent que quand les mesures sont faites à plusieurs jours ou à plusieurs mois de distance ; il faut les attribuer, selon toute probabilité, aux variations des conditions atmosphériques.

Si le tourniquet est électrisé négativement, on trouve encore qu'il reste parfaitement immobile tant que le potentiel n'atteint pas une certaine valeur à partir de laquelle il commence à se mettre en mouvement. La seule différence, pour le platine, est que le potentiel de départ a une valeur moindre que quand le tourniquet est électrisé positivement. Ainsi pour le fil de diamètre $0^c,00501$, la valeur moyenne du potentiel de départ dans le cas de l'électrisation négative est seulement de 63,2. Si le fil de platine a été bien nettoyé, les variations du potentiel de départ sont assez faibles de part et d'autre de la valeur moyenne que nous venons de donner ; cependant elles sont sensiblement plus grandes que quand le tourniquet est électrisé positivement. Les valeurs extrêmes ont été 61,6 et 64,8.

Il était intéressant de comparer les résultats fournis par des fils de même diamètre mais de métaux différents. J'ai étudié successivement des fils d'or, d'argent, de fer, de nickel et d'aluminium ayant tous le

* *Annales de chimie et de physique,* 5e série, t. XXV, p. 486.

même diamètre que le fil de platine dont nous venons de parler, c'est-à-dire $0^c,00501$.

L'or a donné les mêmes résultats que le platine, soit pour l'électrisation positive, soit pour l'électrisation négative du tourniquet. Les faibles variations que l'on observe encore avec le temps pour la valeur du potentiel de départ sont plus faibles que dans le cas du platine, surtout quand le tourniquet est électrisé négativement. Dix expériences prises au hasard ont donné successivement 68,9 — 69,2 — 68,9 — 68,9 — 69 — 69,1 — 69,2 — 68,9 — 68,8 — 69 pour l'électrisation positive. Ces nombres présentent une constance remarquable ; leur moyenne est 69. Dans le cas de l'électrisation négative, les valeurs du potentiel de départ ont été trouvées successivement égales à 63,6 — 63,5 — 63,2 — 63,1 — 63,2 — 63,1 — 63,6 — 63,6 — 63,6 — 63,1 dont la moyenne est 63,4.

L'argent fournit encore les mêmes résultats que le platine et l'or. Le potentiel de départ a encore sensiblement la même valeur moyenne 69,2 pour l'électrisation positive et 63.5 pour l'électrisation négative. Si l'on sulfure le fil d'argent, le potentiel de départ conserve la même valeur dans le cas de l'électrisation positive ; mais il diminue d'une manière sensible pour l'électrisation négative ; il peut descendre jusqu'à la valeur 53 qu'il conserve d'ailleurs peu de temps. Si l'on prolonge l'expérience, le potentiel de départ augmente peu à peu pour atteindre la valeur 63 voisine de celle que l'on observe quand le fil est parfaitement propre.

Dans le cas du fer, le potentiel de départ pour l'électrisation positive reste encore sensiblement le même que pour les métaux précédents ; les variations que l'on observe sont un peu plus grandes que pour l'or mais de même ordre que celles que l'on observe dans le cas de l'argent et du platine ; la valeur moyenne est 69,2. L'électrisation négative fournit des nombres beaucoup plus irréguliers. La valeur du potentiel de départ, avec un fil bien propre, est d'abord assez faible : 56 environ ; elle augmente ensuite peu à peu avec le temps de manière à atteindre le chiffre 63,1 voisin de celui que l'on obtient avec le platine.

Avec le nickel, les résultats sont analogues à ceux que fournit le fer pour l'électrisation positive, le potentiel de départ est peu différent de celui que fournissent les métaux précédemment étudiés ; sa valeur moyenne est voisine de 69. Mais, dans le cas de l'électrisation négative, le potentiel de départ varie dans des limites beaucoup plus étendues ; il descend jusqu'à 35 et il peut, quand le fil a servi pendant un certain temps, atteindre une valeur moyenne voisine de 63, chiffre trouvé dans le cas de l'or et du platine. Le nickel se distingue donc par les grandes variations et les irrégularités que présente la valeur du potentiel de départ pour l'électrisation négative.

Enfin, l'aluminium présente encore des irrégularités analogues. Le

potentiel de départ du tourniquet électrisé positivement est toujours voisin de 69 ; tandis que dans le cas de l'électrisation négative, il varie de 51 à 63. Cette variation se fait sentir avec le temps, la valeur la plus petite correspondant toujours au fil neuf.

De cette étude comparative des tourniquets construits avec des fils de métaux différents mais de même diamètre, il ressort que le *potentiel de départ est très sensiblement le même, quel que soit le métal, quand le tourniquet est électrisé positivement.* Si l'électrisation est négative, la valeur du potentiel de départ, qui est la même pour l'or et le platine, est d'abord plus faible pour le fer, le nickel, l'argent, l'aluminium ; elle augmente ensuite avec le temps pour devenir sensiblement égale à celle que l'on obtient avec les métaux difficilement altérables dans les conditions de l'expérience. Ces variations tiennent probablement à ce que les métaux se trouvant dans de l'air où s'échappent des aigrettes et, par suite, chargé d'ozone, se recouvrent superficiellement d'une légère couche d'oxyde. Ce qui fait penser qu'il en est bien ainsi, c'est que si l'on construit un tourniquet avec des fils de fer préalablement oxydés dans un courant d'ozone, on obtient du premier coup des nombres très voisins de ceux que fournit le platine.

Enfin, tandis que l'on trouve dans le cas de l'électrisation positive des nombres toujours parfaitement concordants, on obtient, pour l'électrisation négative, des mesures présentant des irrégularités nombreuses et dépendant non seulement de la nature du métal, mais encore de l'instant où l'observation a été faite.

Dans tous les cas, le potentiel de départ pour l'électrisation positive est toujours plus élevé que pour l'électrisation négative. Cette sorte de dissymétrie que l'on observe dans le cas du tourniquet pourrait trouver son explication dans l'hypothèse émise par Maxwell et d'autres physiciens de l'existence d'une différence électrique entre les métaux et l'air en contact. On la retrouve d'ailleurs dans tous les cas où l'électricité s'échappe dans l'air sous la forme d'aigrettes.

Si l'on mesure, par exemple, la distance qu'il faut établir entre le balai et le plateau du trop-plein électrique pour maintenir sur l'électromètre isolé du tourniquet un potentiel constant, on constate, comme le montre le tableau suivant, que cette distance est toujours plus petite quand le balai est électrisé positivement que quand il est électrisé négativement.

DISTANCE DU BALAI AU PLATEAU.		VALEUR ABSOLUE du potentiel.
Électrisation positive.	Électrisation négative.	
5 cm,5	8 cm,5	20,8
11 ,5	15 ,0	43,6
14 ,0	19 ,0	62,4
18 ,5	23 ,0	83,2
21 ,0	26 ,0	104,0

Les nombres précédents sont relatifs à une vitesse de rotation de 12 tours en 10 secondes. Ils varient, pour une même valeur du potentiel, quand la vitesse de la machine varie elle-même. Cela ressort de l'examen des chiffres contenus dans le tableau suivant :

VITESSE DE LA MACHINE.	DISTANCE DU BALAI AU PLATEAU.		VALEUR ABSOLUE du potentiel.
	Balai positif.	Balai négatif.	
—	—	—	—
25 tours en 10 secondes. .	10cm,0	15cm,5	62,4
12 — 10 — . .	14 ,0	19 ,0	62,4
7 — 10 — . .	22 ,5	26 ,5	62,4

Enfin, la différence entre les deux distances qui correspondent à l'électrisation positive et à l'électrisation négative du balai diminue quand la valeur du potentiel qu'il s'agit de maintenir sur l'électromètre diminue elle-même. L'exemple suivant met ce fait en évidence.

DISTANCE DU BALAI AU PLATEAU.		VALEUR ABSOLUE du potentiel.
Balai positif.	Balai négatif.	
—	—	—
8cm,0	13cm,0	20,8
4 ,0	7 ,0	10,4
3 ,0	5 ,5	6,2

Influence du diamètre du fil. — Comme on pouvait s'y attendre, la valeur du potentiel de départ du tourniquet diminue quand le diamètre du fil employé à le construire diminue lui-même. Ainsi la valeur moyenne du potentiel de départ pour un fil de platine de diamètre 0c,00206 a été trouvée 38,4, le tourniquet étant électrisé positivement, et 35,1 dans le cas de l'électrisation négative. Les conditions de l'expérience sont trop complexes pour que l'on puisse espérer trouver une relation entre le diamètre du fil et la valeur du potentiel de départ.

Influence de la température. — En modifiant très légèrement la disposition du tourniquet, on pouvait aisément faire varier la température des fils F et G. Il suffisait, pour cela, de disposer sur les milieux des côtés horizontaux AB et CD du rectangle deux godets contenant du mercure et de faire plonger dans ces godets deux fils métalliques mis en communication avec les pôles d'une pile bien isolée. Pour empêcher le courant de passer dans les côtés verticaux AC et BD, on coupait ces deux tiges et on réunissait les parties ainsi séparées par un petit cylindre d'ébonite. L'influence de la température sur la valeur du potentiel de départ ressort nettement des observations contenues dans le tableau suivant relatif à un fil de platine de 0c,00501 de diamètre.

TEMPÉRATURE.	POTENTIEL DE DÉPART.	
	Électrisation positive.	Électrisation négative.
—	—	—
14°	69,7	64,3
Rouge très sombre .	43,7	37,5
Rouge sombre . . .	29,5	29,4
Rouge vif	9,1	9,2
Rouge blanc. . . .	4,3	4,4

On voit que la valeur du potentiel de départ diminue très rapidement quand la température s'élève et que la différence entre les valeurs trouvées pour l'électrisation positive et pour l'électrisation négative disparaît une fois que le fil est porté au rouge. Dans quelques cas, on trouve même une légère différence de sens contraire à celle que l'on observe à froid. A la température du rouge blanc, la déperdition de l'électricité par convection qui est la cause du mouvement du tourniquet se produit pour une valeur très faible du potentiel.

Or M. Becquerel a découvert* que le courant d'une pile même d'un seul élément passe à travers l'air porté à la température du rouge. M. Blondlot a montré** que ce passage ne se fait pas suivant la loi d'Ohm mais que le débit croît plus vite que la différence entre les potentiels des deux faces de la couche gazeuse traversée par le courant. Il a été conduit à penser que la transmission de l'électricité par les gaz chauds se fait, au moins en partie, par le mécanisme de la convection. Les expériences du tourniquet à haute température apportent un argument en faveur de cette hypothèse, puisqu'elles prouvent que la convection se fait d'autant plus facilement que la température est plus élevée.

Influence de la nature du gaz. — Il eût été intéressant d'étudier l'influence de la nature du gaz sur la valeur du potentiel de départ du tourniquet ; mais les grandes dimensions de l'instrument ne permettaient pas de le placer dans un espace clos où l'on puisse facilement remplacer un gaz par un autre. On ne pouvait d'ailleurs songer à les réduire d'une manière notable, car on aurait perdu en sensibilité et il serait survenu des troubles provenant de l'impossibilité de disposer le tourniquet au centre d'un cylindre de faible diamètre sans qu'il se produise des attractions dues à un défaut de symétrie.

J'ai pu cependant étudier la convection dans différents gaz dans des conditions parfaitement déterminées et faciles à reproduire en opérant de la manière suivante. Suivant l'axe d'un cylindre métallique de 15 centimètres de diamètre et de 40 centimètres de longueur, on tend un fil de très petit diamètre. Les deux extrémités du cylindre sont fermées par des disques en ébonite percés en leur centre de trous par lesquels passent des tiges métalliques terminées par des pinces destinées à saisir le fil et à le tendre. Des précautions analogues à celles que l'on a utilisées dans le cas du tourniquet sont prises pour que, quand on électrise le fil, les aigrettes ne puissent se produire que sur le fil lui-même. Des tubes munis de robinets permettent de remplacer facilement le gaz qui se trouve dans le cylindre par un autre.

Le cylindre étant isolé est mis en communication avec l'une des extré-

* *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XXXIX, p. 355.
** Voir la 1re partie, *Procès-verbaux*, p. 102.

mités du fil d'un galvanomètre à grande résistance, l'autre extrémité communiquant avec le sol. Le fil tendu dans le cylindre est relié à l'une des armatures d'une batterie de grande surface, à l'un des pôles d'une machine de Holtz, à l'électromètre et au trop-plein employés dans les expériences du tourniquet.

Le tableau suivant contient le résultat d'expériences faites successivement avec des fils de platine, d'or, de nickel et de fer de même diamètre $0^c,00501$, en les chargeant successivement d'électricité négative et positive, le cylindre étant plein d'air sec à une pression de $75^c,2$ et à la température de 15°.

Déviation du galvanomètre.	Valeurs relatives du carré du potentiel.							
	Platine.		Or.		Nickel.		Fer.	
—	—	+	—	+	—	+	—	+
Départ	5,5	6,5	6,0	6,5	5,5	6,7	6,0	8,0
1	12,0	15,0	13,0	15,0	12,5	15,0	14,0	16,0
2	18,0	22,0	19,0	22,0	18,0	22,0	19,0	23,0
3	22,0	27,0	23,0	27,0	22,0	28,5	23,0	29,0
4	26,5	32,0	28,0	33,0	27,0	33,0	29,0	34,0
5	31,0	37,5	32,0	38,0	31,0	39,0	33,0	39,0
6	34,5	42,0	36,0	43,0	35,0	44,0	37,0	44,0
7	39,0	46,8	40,0	47,0	39,0	49,0	40,0	48,0
8	42,5	51,8	44,0	52,0	43,0	53,0	44,0	53,0
9	46,5	57,0			47,0	56,0		
10	50,0	60,5			50,5	63,0		
11	53,2	65,0			54,0	67,0		
12	57,0	69,0			58,0	72,0		
13	60,5	73,2						
14	64,2	77,0						
15	67,0	81,0						

Il résulte de l'examen de ces chiffres que le potentiel nécessaire pour obtenir un débit déterminé varie très peu avec la nature du métal. Les irrégularités que nous avons rencontrées dans l'étude du tourniquet n'existent plus, ce qui tient peut-être à ce que les phénomènes d'oxydation auxquels nous les avons attribuées se produisent plus rapidement dans l'appareil clos utilisé pour cette seconde série d'expériences.

Le potentiel nécessaire pour obtenir un débit donné est toujours plus faible quand le fil est électrisé négativement que quand il est électrisé positivement et la différence va en croissant avec la valeur du potentiel.

Quand on fait varier lentement le potentiel à partir de zéro, on constate que, pour de faibles valeurs, l'aiguille du galvanomètre reste immobile ; elle ne commence à se mettre en mouvement que pour une certaine valeur déterminée du potentiel. La déviation de l'aiguille du galvanomètre ne commence, ainsi qu'il est facile de s'en assurer dans l'obscurité, qu'au moment où le fil commence à laisser échapper des aigrettes.

Si le cylindre était isolé du galvanomètre, l'air du cylindre s'électriserait, les mouvements de convection ne sauraient se produire, les ai-

grettes cesseraient de se manifester. On sait en effet qu'un tourniquet s'arrête quand on le place dans l'air confiné. Si, dans ces conditions, il continue à tourner, cela tient simplement à ce que l'isolement n'est pas parfait *.

Enfin si l'on trace une courbe ayant pour abscisses les déviations galvanométriques et pour ordonnées les carrés du potentiel, on constate que cette courbe se confond bientôt, pour de très faibles déviations, avec une ligne droite ; à partir de ce moment, le débit croît proportionnellement à l'accroissement du carré du potentiel.

Si l'on remplace dans le cylindre l'air par d'autres gaz à la même pression, on constate aisément que la nature du gaz a une grande influence sur la déperdition de l'électricité par voie de convection. Le tableau suivant contient les résultats fournis par un même fil de platine successivement placé dans l'air, l'hydrogène et l'acide carbonique.

DÉVIATION du galvanomètre.	VALEURS RELATIVES DU CARRÉ DU POTENTIEL.					
	Air.		Hydrogène.		Acide carbonique.	
—	—	+	—	+	—	+
Départ. .	5,5	6,5	2,0	3,0	8,0	13,0
1	12,0	15,0	2,5	5,0	22,0	35,0
2	18,0	22,0	3,0	6,5	34,0	50,0
4	22,0	27,0	3,5	8,0	43,0	61,0
4	26,5	32,0	4,0	9,5	58,0	80,0
5	31,0	37,5	4,5	10,5	69,0	90,0
6	34,5	42,0	5,0	12,0		
7	39,0	46,8	5,5	13,5		
8	42,5	51,8	6,0	15,0		

On voit que, pour un même débit, la valeur du carré du potentiel augmente quand la convection a lieu successivement dans l'hydrogène, l'air et l'acide carbonique, et que cette valeur est toujours plus grande quand le fil est électrisé positivement que quand il est électrisé négativement.

Quand on examine attentivement le fil fin placé dans l'axe du cylindre qui a servi aux précédentes expériences, on constate que, le potentiel croissant à partir de zéro, le fil qui était d'abord parfaitement immobile, est animé bientôt d'un mouvement de vibration que l'on observe surtout facilement si le fil n'est pas parfaitement tendu. Ce mouvement de vibration est facile à expliquer : il est dû à un défaut de symétrie. Il commence à se produire au moment même où l'aiguille du galvanomètre quitte sa position d'équilibre, c'est-à-dire au moment où commence à se produire la déperdition de l'électricité par voie de convection.

Si l'on échauffe le fil au rouge blanc en y faisant passer le courant d'une pile isolée, on constate que le mouvement de vibration et la déviation galvanométrique se produisent pour des potentiels environ

* *Journal de physique,* 1re série, t. VII, p. 262.

quinze fois plus petits qu'à la température ordinaire. On ne peut d'ailleurs prolonger l'expérience parce que ces vibrations amènent rapidement un échauffement inégal des différentes parties du fil. Aux nœuds de vibration, la température est bientôt suffisante pour que le fil entre en fusion ce qui termine brusquement l'expérience.

M. G. CABANELLAS

Ancien officier de marine, à Nanteuil-le-Haudouin (Oise).

CONTRIBUTION A L'ANALYSE ET A LA SYNTHÈSE DES DYNAMOS ET DE LA TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE (TRANSPORT ET DISTRIBUTION). ESSAIS DE CREIL

— *Séance du 19 août 1886.* —

Au Congrès de Blois, en 1884, j'ai fait une communication sous le titre : *Le Transport électrique en vue de la Distribution automatique, bases scientifiques de la Question, son état et son avenir.* C'était à la veille des essais de Creil, et comme corollaire de la doctrine que j'exposais, j'examinais les données de ces expériences, et je montrais qu'elles étaient sensiblement plus favorables que les données des expériences antérieures, Munich, Le Bourget, Grenoble; parce qu'elles tendaient à se rapprocher davantage des seules conditions dans lesquelles le Transport de l'Énergie est susceptible d'une application rationnelle, puisque, ainsi que je l'ai prouvé, le résultat ne peut être spécifiquement économique, en énergie et en matériaux, à longue portée, que si l'on met en œuvre de puissantes énergies au départ. Depuis cette époque, les essais de Creil ont été effectués, en partie du moins, puisque le programme n'a pu être rempli, et, sur la demande qui m'a été faite par un grand nombre de Membres de la Société des Ingénieurs civils, j'ai fait à cette Société une communication qui a occupé les séances des 19 mars et 7 mai 1886. Je renvoie les personnes que la Question intéresse particulièrement, à ce travail complet dont le titre est : *Principes théoriques et conditions techniques de l'application de l'Électricité au Transport et à la Distribution automatique de l'Énergie sous ses principales formes : Chaleur, Lumière, Électricité, Action chimique, Action mécanique.*

Je me propose donc seulement de jeter ici un rapide coup d'œil sur quelques points nouveaux ou caractéristiques.

Le grand désordre qui régnait dans l'appréciation du mérite des

dynamos m'a prouvé qu'il était nécessaire de considérer toutes les machines quelconques à vapeur, à air chaud, à gaz, les appareils électro-chimiques, électro-mécaniques, etc., comme des Transformateurs entre les formes thermique, chimique, électrique, mécanique; et aussi le levier, le treuil, le coin, le plan incliné, la roue d'engrenage, la moufle, la presse hydraulique, les roues et turbines hydrauliques, les moulins à vent, les appareils appelés robinets électriques, ceux improprement dits générateurs secondaires, etc., qui transforment, dans la même forme, les valeurs respectives du courant mécanique ou électrique et de la chute de potentiel mécanique ou électrique. De fait, un Transformateur quelconque étant un agrégat de plus ou moins de Matière, transformant en Énergie utile, et rendant, par conséquent, plus ou moins de l'Énergie reçue, il y a lieu de juger tout Transformateur au double point de vue de l'utilisation de l'Énergie et de l'utilisation de la Matière. On appelle communément *rendement* le rapport de l'Énergie rendue à l'Énergie reçue, et j'ai appelé *dépense spécifique des matériaux,* le rapport du poids d'un Transformateur à la quantité d'Énergie transformée, ou l'inverse de ce rapport *utilisation spécifique des matériaux.* Ces deux éléments d'appréciation d'un Transformateur sont, *à priori,* aussi importants l'un que l'autre, ce sont ses deux coordonnées, présentant la parité d'intérêt qui, *à priori,* s'attache à l'abscisse et à l'ordonnée qui déterminent la position d'un point sur un plan.

Voici quelques chiffres extraits d'un de mes Tableaux plus général comprenant les Transformateurs vivants :

TRANSFORMATEURS D'ÉNERGIE.	RENDEMENT : centièmes recueillis pour 1 d'Énergie dépensée.	DÉPENSE SPÉCIFIQUE des matériaux : kilogrammes par cheval-vapeur.
Dynamo Gramme, modèle Deprez, Génératrice de Creil, 100 chevaux	81	506
Dynamo Brush, 230 chevaux		31
Dynamo Gramme, modèle Deprez, Réceptrice de Creil, 50 chevaux	87	439
Dynamo Edison	95	80
Dynamo Siemens D_2	81	43
Dynamo Gramme, type Atelier	65	102
Dynamo Gramme, type dit supérieur	88 à 80	48 à 40
Dynamo Gramme, type pour ballons	57	17
Dynamo Reckenzaun		21
Dynamo Gramme-Trouvé		12

Ce tableau montre à quel point les dynamos Gramme construites par M. Deprez sont mauvaises sous le rapport de l'utilisation des matériaux, qu'on les compare soit à des dynamos plus petites, soit à des dynamos plus puissantes; on pourrait sans doute utiliser quinze fois mieux les

matériaux ; mais, en outre, sans faire aucun calcul, sans rien créer, en prenant seulement les types courants de dynamos qui se trouvent chez les Constructeurs, il serait facile de réduire la dépense des matériaux certainement dans la proportion de 8 ou 10 à 11.

Dès l'année 1880, j'ai indiqué une solution permettant de vérifier, d'élucider de suite et d'une façon définitive, expérimentalement, tout ce qui a trait aux transports à longue portée, en se servant d'un type quelconque de bonne dynamo industrielle. On trouve en particulier la discussion complète de cette méthode dans ma communication au Congrès de 1881 : *Organisation automatique du Transport et de la Distribution de l'Énergie* (Imprimerie Nationale, 1881).

La méthode consiste à combiner les nombres N et *n* de machines du même type en tension, de façon que les *n* Réceptrices comme les N Génératrices travaillent toutes au même régime, *allure-courant,* qui correspond au maximum pratique du rendement et de l'utilisation des matériaux.

Depuis cette époque, je ne cesse de m'étonner que les Constructeurs qui possèdent en magasin de nombreux exemplaires de leurs dynamos, n'aient pas fait ces expériences. Certainement, en suivant mes indications il serait facile à M. Gramme, avec une dizaine de ses dynamos, de faire beaucoup mieux qu'à Creil, sans être entraîné à aucune dépense appréciable, en économisant à peu près les sept huitièmes du fer et du cuivre employés par M. Deprez. Il a été nécessaire d'insister hautement sur ce point capital dans l'intérêt supérieur de la question à laquelle je me suis voué. Les conclusions que les Ingénieurs tiraient des résultats de Creil compromettaient gravement l'avenir de la question, les mécomptes étant attribués à des impossibilités dues à la nature des choses.

Dans le Mémoire précité, j'ai montré comment et pourquoi les dynamos de Creil ont donné de si mauvais résultats : elles pèchent par une trop grande distance d'entrefer, par une trop faible section du fer de l'anneau, par un dispositif géométrique de double anneau Gramme, qui abaisse considérablement l'intensité du champ magnétique. J'ai montré que pour ces raisons cette intensité est seulement de 1 900 unités CGS en dépensant proportionnellement dix-huit fois plus d'Énergie d'excitation que les machines Edison, qui réalisent sans peine des intensités magnétiques de plus de 5 000 CGS. J'ai analysé également les premiers anneaux que M. Deprez avait fait construire à Fives-Lille et j'ai montré pourquoi ils devaient être incapables de tout fonctionnement même après réparation des défauts d'isolation du fer de l'armature. Mon analyse a parfaitement concordé avec les résultats de l'expérience. Au Congrès de Blois j'avais signalé la nécessité de parer aux courants induits dans l'armature.

La plus ancienne machine de toutes, la dynamo Gramme d'Atelier, avait plus d'intensité de champ, 2100 au lieu de 1900.

Du reste, il est intéressant de constater que dans l'Exposé publié par l'auteur des expériences de Creil dans la Revue *la Lumière électrique*, page 11, 3 octobre 1885, se trouve une démonstration, à l'aide de formules et de mesures directes, par laquelle l'auteur croit prouver que la limite des intensités réalisables dans une dynamo est de 2452 unités CGS, alors qu'il existait à cette époque des dynamos *industrielles* d'Edison de 5000 unités.

Avant d'aborder la synthèse des dynamos, il y a lieu de se rendre compte de la cause persistante qui a toujours empêché jusqu'à présent cet auteur de réussir dans la construction des dynamos. Au commencement de ses recherches, il cherche à améliorer le rendement d'une dynamo en supprimant les neuf dixièmes de l'excitation, mais il admet dans son calcul que le champ magnétique est resté le même. Dans l'Exposé précité au chapitre II : *Calcul des dimensions d'une machine génératrice,* il admet encore que le champ magnétique a conservé la même intensité que dans la dynamo prise comme base, mais il perd de vue qu'il n'y a plus aucune raison pour qu'il en soit ainsi, parce qu'il modifie toutes les dimensions, y compris celles de l'entrefer et des électros.

En effet, il calcule la longueur du fil induit utile en partant de la vitesse et du champ admis, il calcule la section en partant de la densité de courant choisie, le volume induit utile est donc déterminé. La vitesse moyenne est supposée fixée *à priori*. L'auteur ne s'aperçoit pas que la machine est fort loin d'être déterminée, puisqu'il reste à fixer le diamètre moyen de l'induit, la répartition du volume induit autour de ce diamètre moyen, la section du fer d'armature, et enfin les dimensions des électros et de leur excitation. On voit donc qu'aujourd'hui comme autrefois les mécomptes viennent toujours des champs magnétiques.

D'après nous, la seule base rationnelle est l'unité électro. Nous étudions d'abord une seule paire de pôles formant électro en fer à cheval. Suivant le type de machine que nous avons en vue, nous l'opposons soit à un autre électro, soit à un élément d'armature. Cet ensemble étant résolu, nous aurons un très puissant champ magnétique avec un entrefer convenablement restreint et une dépense d'excitation modérée. Tout notre travail a été statique et une seule réalisation dynamique donnera le coefficient rigoureux. Dès lors, nous sommes en mesure de constituer un pouvoir quelconque de transformation d'Énergie en faisant varier le nombre de paires de polarités successives dans le sens du mouvement, et la hauteur de ces polarités dans le sens parallèle à

l'axe. Ces dynamos multipolaires supposent l'emploi de nos enroulements qui donnent tous les groupements utiles des éléments induits et permettent toutes les dépendances ou indépendances, à tel point que, sur une même machine, des fractions arbitraires du dispositif peuvent travailler à des services distincts et même à des fonctions opposées, les unes génératrices, les autres réceptrices. Il est permis d'affirmer en toute sécurité, que cette méthode d'établir le plan d'une dynamo quelconque n'expose à aucun aléa ni comme rendement ni comme utilisation spécifique des matériaux.

Par la discussion des résultats pratiques du fonctionnement des dynamos existantes, et par la discussion analytique des éléments théoriques de l'unité machine, nous avons mis hors de doute l'importance extrême de H intensité du champ. Nous avons exprimé les services des dynamos en fonction de H et nous sommes arrivé aux formules :

$$\frac{V^2H^2}{10^9\,75g\delta u\,(n+1)^2\,(x+1)},\quad \frac{VHi}{10^3\,75g\delta\,(n+1)}$$

pour la puissance totale en chevaux par kilogramme d'induit total ; H en unités CGS, g en mètres, Vui en mètres, ohms, ampères par centimètre carré. V vitesse, i densité du courant dans l'induit, δ densité du métal induit, u résistance du métal induit par centimètre cube, x multiple extérieur de la résistance intérieure de l'induit, n multiple mort de la résistance utile. La valeur du rendement est :

$$1-\frac{ui\,(n+1)}{VH}.$$

La discussion de la formule

$$i=\frac{VH}{u\,(n+1)\,(x+1)}$$

m'a permis de prouver que, tandis qu'avec des dynamos à faible H, il peut y avoir intérêt à fonctionner à faible i pour augmenter le rendement, au contraire, avec des machines à H puissant, il n'y a jamais de raison pour sacrifier quoi que ce soit de la puissance, et il faut toujours travailler à i maximum, puisqu'en agissant autrement, on ne pourrait arriver à accroître que d'une quantité négligeable un rendement déjà excellent, et qu'on sacrifierait donc en pure perte l'utilisation spécifique des matériaux.

J'ai établi l'intéressante formule

$$\Delta V=\Delta i\frac{u\,(n+1)}{H}$$

applicable à une dynamo réceptrice sur différence de potentiel cons-

tante. Cette formule montre que si $H = 5\,000$ unités, l'allure se ralentit seulement de 1 000 tours à 984 tours, le travail utile croissant de zéro au taux maximum d'une circulation induite de 4 ampères par millimètre carré, tandis que dans les mêmes conditions le ralentissement d'allure serait seulement de 1 000 à 995 tours, si l'on avait $H = 15\,000$ unités.

J'ai prouvé aussi que l'accroissement de H a la plus grande importance pour diminuer l'influence des réactions secondaires dans les dynamos. Enfin, j'ai fait ressortir qu'il importait d'éviter les grands entrefers non seulement pour avoir des H puissants, mais encore pour pouvoir utiliser des i de grande valeur, sans échauffement préjudiciable. Les formules

$$VHi\left[sl\right] \text{ ou } VHi\left[Pd\right]$$

donnent la puissance en ergs-seconde, s section induite, P surface polaire, d entrefer. La dernière formule montre nettement que le volume induit, le champ et la densité de courant sont à même vitesse les trois facteurs du pouvoir de transformation. Si, comme dans le Rapport de l'Académie, on parle seulement du volume de champ utilisable, on conclut qu'il faudrait 200 machines Gramme d'Atelier pour obtenir ce même volume de flux ; mais cependant il suffirait de 45 machines d'Atelier pour transformer la même Énergie, précisément parce que la machine de Creil ne peut pas supporter sans échauffement préjudiciable la densité de courant que supporte parfaitement la machine d'Atelier qui, avec un entrefer plus faible, se trouve dans de meilleures conditions de rayonnement de la chaleur régénérée dans l'induit. Nous pensons que cette confirmation expérimentale électro-calorique, que nous avions prévue et publiée à l'avance, portera définitivement la conviction dans les esprits disposés à admettre encore, malgré toutes les preuves et arguments électro-magnétiques, électro-caloriques et autres fournis par nous, que l'amplification d'une dynamo dans les trois dimensions puisse donner un résultat rationnel. Quant au perfectionnement de l'unité dynamo dont j'ai parlé, je pense que, malgré des travaux de premier ordre sur le magnétisme, tels que ceux de Thalen, Stoletow, Rowland, etc., les Théoriciens, loin de diriger les Constructeurs de dynamos vers le progrès, ont plutôt entravé indirectement leur marche, parce que dans la plupart de ceux de ces travaux qui ont quelques points d'analogie avec les préoccupations d'utilisation des champs, l'intensité de ces champs paraît comme tombée du ciel et hors de la portée d'action de l'Ingénieur, tandis que cet élément physique est livré comme tous les autres à notre intervention organisatrice. C'est ainsi que la fonction magnétisante $K = f\,(H)$ tend à nous faire perdre

de vue que H est une fonction des substances qui constituent le champ (nature et dimension) ; nous reviendrons sur ce point.

J'ai montré que l'accroissement de H est plus impérieux encore s'il s'agit des dynamos à courants alternatifs. Toutes les dynamos sont nécessairement alternatives en quelque partie de leur spire induite, y compris les unipolaires qui sont alternatives dans leurs bagues de collection entre chaque génératrice et ses balais. Les dynamos dites à courants alternatifs sont, comme celles dites à courant continu, alternatives, jusqu'aux balais, dans la totalité du fil de chaque spire invariable ; la seule différence, due seulement à leur construction, est que les à-coups électro-magnétiques sont généralement plus accentués dans les dynamos faites pour livrer des courants alternatifs. Les lois bien connues de la self-induction n'attribueraient pas un déficit plus considérable aux dynamos à courant continu à fil fin qu'à celles à gros fil, ces lois sont donc insuffisantes à rendre compte de la perte constatée sur les deux coordonnées ; diverses causes doivent intervenir, parmi lesquelles la cause électro-statique que j'ai signalée ; les phénomènes étudiés par Hughes et lord Rayleigh ont également leur part d'action tendant à accroître la résistance spécifique effective du métal induit, à mesure qu'il est employé en plus grande longueur de fil plus fin. Dans les dynamos alternatives les effets de self-induction ne peuvent tendre à diminuer le rendement, puisqu'il n'y a jamais de fermeture hors du circuit général, mais ils peuvent diminuer beaucoup l'utilisation des matériaux en abaissant la valeur du courant moyen. Les machines à courants alternatifs ont été étudiées d'abord en 1857 par M. Leroux, qui est arrivé à cette conclusion que le courant ne suit la loi de Ohm que pour des résistances extérieures supérieures à 40 ou 50 fois la résistance intérieure. En 1869, Jamin et Roger reprirent l'étude au calorimètre sans redresser les courants et arrivèrent à la formule approximative

$$\frac{A}{r + x}$$

pour le courant et M. Mascart à la formule :

$$\frac{An}{R + nB},$$

la résistance fictive devenant une fonction de la vitesse. En 1885, M. Lucas publia un travail très complet sur les machines de Méritens et leur application rationnelle au Service des Phares.

En 1881, M. Joubert avait publié des recherches expérimentales et théoriques sur les machines Siemens à induits sans fer qui alimentaient les bougies de la Compagnie Jablochkoff, dont il était Ingénieur-conseil.

Ce Savant fut conduit, par ses mesures à l'électromètre, à représenter le fonctionnement moyen par la formule :

$$I = \frac{e}{(a^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}},$$

puis il chercha à retomber théoriquement sur la formule empirique.

Il admit, après avoir cru la démontrer, l'invariabilité du champ magnétique pendant la marche, et les seules variables étant, pour lui, la force électromotrice E développée par le champ, et celle de self-induction

$$U\frac{dI}{dt},$$

il arriva, par intégration, à la formule :

$$I = \frac{E_0}{U}\frac{a}{a^2 + m^2}\frac{\sin(mt - 2\pi\varphi)}{\cos 2\pi\varphi} + C_1\frac{E_0}{U}e^{-at}$$

et crut avoir le droit d'annuler le terme exponentiel par un changement d'Origine.

L'équation simplifiée devint alors :

$$I = \frac{E_0}{U}\frac{\sin(mt - 2\pi\varphi)}{a^2 + m^2}.$$

Remplaçant alors a et m par leurs valeurs, et t par $t + \varphi t$ et intégrant

$$\frac{2}{T}\int_0^{\frac{T}{2}}\left[I^2 dt\right]^{\frac{1}{2}}$$

pour avoir le courant de l'électromètre, il retombe sur l'expression :

$$\frac{\frac{E_0}{\sqrt{2}}}{\left[R^2 + \frac{4\pi^2 U^2}{T^2}\right]^{\frac{1}{2}}}$$

Il semble, à première vue, que la théorie vienne confirmer l'expérience. Cependant il n'en est rien ; et si nous nous sommes arrêtés sur cet exemple, c'est pour montrer combien est complexe la théorie vraie de la plus simple des machines à courants alternatifs. Il y a, dans ce travail de synthèse : 1° une erreur d'hypothèse physique ; 2° une erreur de conclusion algébrique : son champ magnétique n'était pas constant, mais oscillait sous l'action variable due au déplacement du courant de l'induit ; et le déplacement quelconque de l'Origine sur l'axe des temps ne peut pas annuler le terme exponentiel, s'il n'est pas nul pour toutes les Origines possibles sur cet axe. J'ai donc pu affirmer que l'on serait conduit généralement à une série convergente de la forme générale et non à une sinusoïde qui ne serait même pas l'expression de la vérité,

dans la période, avec petit entrefer et puissant champ ininfluençable, car alors, du fait de la seule self-induction, l'ordonnée maximum serait plus près de l'ordonnée nulle précédente que de l'ordonnée nulle suivante, au lieu du contraire que M. Joubert a du reste observé directement avec son champ de 370 CGS. Ma conclusion est qu'il faut tout déterminer point par point à chaque dt de la période T, avant d'oser aborder sérieusement la théorie des dynamos à courants alternatifs. Les mêmes méthodes et dispositifs délicats doivent être, je pense, appliqués aux Transformateurs secondaires. Étant donné que la force électro-motrice du circuit secondaire soit proportionnelle à la dérivée du courant primaire, il faudrait que ce dernier variât comme des branches de parabole pour recueillir une force électro-motrice représentée par des lignes brisées régulières, et si le courant primaire était représenté par ces lignes brisées, la force électro-motrice secondaire deviendrait constante; ces conclusions supposent, bien entendu, que le flux magnétique peut suivre les fluctuations du courant. Nous verrons que, grâce à nos combinaisons, les appareils à courants alternatifs peuvent être fort utiles en distribution, même pour l'action mécanique.

Je pense qu'il y a lieu de rapporter la distribution aux trois coordonnées : *Espace, Nombre-grandeur, Forme,* c'est-à-dire unité ou pluralité du lieu de distribution, fixité ou variabilité du nombre des Récepteurs et de leur puissance, unité ou diversité des formes en lesquelles l'Énergie électrique peut être transformée. Dès qu'apparaît la pluralité d'*Espace* il n'y a plus indifférence à alimenter directement en dérivation ou en série, même avec invariabilité du *Nombre-grandeur*. On trouvera dans la publication précitée de l'Imprimerie Nationale l'application au premier projet de canalisation d'Edison, nos conclusions ont été vérifiées par l'expérience. On y trouvera aussi la description des moyens d'économiser $\frac{5}{8}$ du cuivre du Canal qui n'ont préoccupé l'Industrie que plusieurs années après. Dans mes communications des 19 mars et 7 mai 1886 à la Société des Ingénieurs civils, se trouvent les discussions des diverses combinaisons relatives aux distributions en séries et en dérivations et l'examen des dispositifs de régulation automatique plus ou moins rationnels, y compris ceux qui servent en quelque sorte de transition entre l'exploitation actuelle individualiste et l'exploitation collective de l'avenir; c'est le cas des Compound qui règlent en sacrifiant sur les deux coordonnées. Je cite ce *criterium* que j'ai posé : avant tout examen de l'une des innombrables solutions possibles de régulation, il faut savoir si elle satisfait à cette condition primordiale, qu'en travail maximum l'utilisation des matériaux soit maximum. J'ai indiqué les combinaisons permettant d'obtenir des allures diverses sur

une même émission alternative, en utilisant le synchronisme naturel des dynamos alternatives réceptrices, et d'éviter leurs brutalité et mauvais rendement naturels, en faisant commander leur alimentation par l'effort résistant. Sans préjuger de tous les cas spéciaux, j'ai conclu que dans les grandes distributions sous plusieurs formes, à longues portées, il y aura intérêt à alimenter les centres successifs en tension, ces centres pouvant distribuer en tension, en dérivation, en tension et dérivation. Creil n'a pas fourni de matériaux comme Distribution; on devait d'abord distribuer à 4 Récepteurs, puis ce nombre a été successivement réduit à 3, à 2 et à 1, de sorte qu'il n'y a pas eu de Distribution, puisque le courant venant de Creil n'actionnait en réalité qu'un seul arbre récepteur, auquel on faisait commander divers travaux par connexion mécanique, entre autres les arbres d'une dynamo excitatrice et d'une autre dynamo génératrice. Dans l'Exposé précité, l'auteur avait discuté les conditions de régulation qu'il devait appliquer à quatre Réceptrices, cette régulation consistait à modifier l'excitation du champ magnétique par commande centrifuge dès que la vitesse changeait un peu. Le magnétisme devait changer non seulement avec les variations du travail résistant, mais encore quand, ce travail restant fixe, on changeait le nombre des Réceptrices. La dépense d'Énergie excitatrice augmentant quand le travail résistant diminue, le fer inducteur est donc employé très en dessous de l'utilisation spécifique maximum. L'auteur explique, en outre, que le rendement dépasse toujours 50 p. 100, augmentant à mesure que le travail *utile* diminue, il se base sur l'augmentation de la force contre-électromotrice de réception e et, par suite, du rapport $\frac{e}{E}$; il y a erreur puisque e ne travaille pas *utilement,* mais au contraire, travaille tout entière *passivement* à entraîner l'Excitatrice qui, elle, travaille au maximum, lorsque le travail utile de la Réceptrice devient nul. (Nous laissons de côté les dépenses mécaniques passives constantes de la Réceptrice et de l'Excitatrice.)

Nos conclusions sont que nous croyons plus que jamais que le Transport de l'Énergie à longue portée est destiné à constituer une application électrique de premier ordre, à la condition de créer une *Industrie* du Transport de l'Énergie, surtout pour la Distribution, sous toutes formes, de l'Énergie, dans les agglomérations urbaines. On trouvera dans le travail précité des données sur quelques-uns des moyens nouveaux dont nous nous sommes occupé. Nous sommes tellement convaincu que cette belle Question arrive à maturité, que, avec les éléments actuels, nous n'hésiterions pas à assumer la responsabilité des essais qui sont encore nécessaires avant de s'engager résolument dans les grandes applications.

M. G. VAN DER MENSBRUGGHE

Professeur à l'Université de Gand.

RÉFLEXIONS SUR LES PRINCIPALES THÉORIES CAPILLAIRES. — ANNONCE DE LA PREUVE THÉORIQUE DE L'INSTABILITÉ DE L'ÉQUILIBRE DE LA COUCHE SUPERFICIELLE D'UN LIQUIDE.

— *Séance du 19 août 1886.* —

1. L'explication des phénomènes capillaires a donné lieu, on le sait, à quatre théories principales, savoir : celle de Young (1805), celle de Laplace (1806), celle de Gauss (1830) et celle de Poisson (1831). Chacune a pour point de départ une hypothèse particulière sur la nature des liquides ; pour juger de la valeur de chaque théorie, il paraît très important d'examiner à la fois si l'hypothèse servant de base est vraiment conforme à la nature des liquides, et si le résultat obtenu peut subir avec succès toutes les épreuves de l'observation directe. Plaçons-nous à ce point de vue et parlons successivement des quatre théories rappelées ci-dessus, en terminant par celle de Young.

2. Laplace admet que les molécules des liquides sont soumises à des attractions mutuelles dont l'intensité décroît très rapidement avec la distance, et s'évanouit pour des distances extrêmement petites ; il admet, de plus, que les distances intermoléculaires sont les mêmes partout, et regarde les liquides comme incompressibles. Si la première hypothèse paraît absolument inattaquable, il n'en est pas de même de la seconde ; car dès qu'on suppose les liquides incompressibles, on ne comprend plus comment les pressions peuvent se transmettre d'une portion de la masse à une autre ; or, on sait que l'élasticité des liquides est parfaite, et que leur compressibilité, quoique faible, est loin d'être nulle. A cet égard, la conception de Laplace est peu conforme à la réalité des choses ; mais, au moins, le résultat auquel conduit cette théorie est-il parfaitement d'accord avec l'expérience ? Il n'est pas difficile de montrer qu'il y a parfois désaccord complet.

3. Rappelons, en effet, la célèbre formule par laquelle Laplace exprime la pression moléculaire P, exercée sur un filet normal à la surface libre d'un liquide : on peut écrire, comme on sait :

$$P = K + \frac{H}{2}\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right),$$

K étant la pression due à une surface plane, H une constante qui dé-

pend (comme K) de la nature du liquide, et R, R′ les rayons de courbure principaux au point d'intersection du filet et de la surface. Le terme $\pm \frac{H}{2}\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right)$ représente l'action du ménisque réel ou supposé compris entre la surface libre et le plan tangent à la surface au point considéré.

Les deux termes K, $\frac{H}{2}\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right)$ représentent-ils des pressions qui se transmettent réellement d'un point de la masse liquide à un autre, d'après le principe de l'égalité de pression dans les liquides? La plupart des physiciens l'ont pensé et le pensent encore aujourd'hui ; d'autres, au contraire, ont élevé des objections, non seulement contre la transmission, mais encore contre l'existence même de la pression K ; parmi ces derniers savants, je puis citer M. Duclaux en France, M. Quincke en Allemagne et M. Marangoni en Italie.

4. Considérons d'abord le terme K ; je dis qu'il n'exprime pas une pression susceptible d'être transmise partout au sein de la masse liquide ; pour le faire voir, il suffit de se rappeler que, d'après Laplace même, K doit diminuer en général quand la température du liquide s'élève, et de faire l'expérience suivante : dans un vase cylindrique de 30 à 40 centimètres de diamètre, on verse de l'eau à 15° C., par exemple, jusqu'à ce qu'elle déborde ; de cette manière la surface est aisément débarrassée de toute impureté ; quand la masse est en repos, on approche d'un point quelconque *a* de la surface libre une tige métallique chauffée au rouge ; la chaleur rayonnée vers la portion liquide la plus voisine de la tige élèvera la température de cette portion, et dès lors la pression moléculaire correspondant à cette température doit aller en diminuant ; on s'attend donc à voir le niveau du liquide s'élever en *a* ; mais c'est précisément l'inverse qui a lieu : l'eau qui environne *a* s'écarte de toutes parts, comme si elle obéissait à une force centrifuge émanée de ce même point, et la surface liquide y devient légèrement creuse.

5. En ce qui concerne le terme $\pm \frac{H}{2}\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right)$, il exprime une véritable pression qui se transmet dans toute la masse du liquide ; l'observation directe en a fourni des preuves innombrables. Mais il faut remarquer que Laplace obtient le terme en question en admettant l'existence d'un ménisque compris entre la surface libre, le plan tangent au point considéré et un hémisphère ayant pour diamètre le double rayon *r* d'activité de l'attraction moléculaire ; mais on sait aujourd'hui que le rayon *r* est inférieur à $\frac{1^{mm}}{20,000}$; d'autre part, on peut concevoir R et R′ suffi-

samment grands pour que le ménisque limité comme ci-dessus s'évanouisse; dès lors la pression $\frac{H}{2}\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right)$ s'annulerait et la théorie de Laplace conduirait à la conséquence que la pression due à une surface sphérique, par exemple, peut dans certains cas être égale à celle d'une surface plane, ce qui serait en contradiction formelle avec l'expérience directe : car, nous le savons, une bulle de savon de 20 centimètres de diamètre, attachée au bord d'un entonnoir dont le bec est ouvert, chasse l'air qui a servi à la gonfler, ce qui n'arriverait pas si les deux pressions normales, dues aux deux faces de la lame, étaient nulles. Et pourtant comment concevoir toujours le ménisque en question dans le cas où R et R′ valent 10 centimètres, c'est-à-dire 2 millions de fois le rayon r de l'attraction moléculaire? Cette objection a été présentée pour la première fois, en 1880, par M. Marangoni, de Florence.

6. On le voit, la théorie de Laplace conduit à des conséquences absolument contraires aux résultats de l'observation; j'ajouterai qu'il est impossible de concilier l'existence d'une pression normale K (très considérable d'après l'illustre auteur lui-même), dirigée vers l'intérieur du liquide, avec l'évaporation qui a lieu à la surface. Ne faut-il pas en conclure que l'hypothèse de l'incompressibilité des liquides ne peut pas fournir l'explication des phénomènes généraux présentés par ces corps, et en particulier des phénomènes capillaires?

7. En 1831, Poisson fait à la théorie de Laplace l'objection, capitale selon lui, « de ne pas tenir compte de la variation rapide de densité que « le liquide éprouve près de la surface libre et près de la paroi des corps « solides mouillés, variation sans laquelle il n'y aurait pas de capillarité. « En effet», dit Poisson, « chaque couche liquide très mince s'appuie sur « la couche inférieure et se trouve comprimée par la couche supérieure; « à l'intérieur du liquide la densité est constante, tandis que, près de la « surface même, la densité décroît jusqu'à la portion libre. »

Ainsi que j'ai tâché récemment de le montrer*, la densité moyenne de la couche superficielle d'un liquide doit aller effectivement en croissant depuis la surface jusqu'à une profondeur égale au rayon d'activité de l'attraction moléculaire; seulement les molécules de la couche superficielle ne sont pas en équilibre stable, comme l'admet Poisson; voilà pourquoi, si je ne me trompe, celui-ci obtient une formule identique, au fond, à celle de Laplace, formule qui donne lieu, non seulement aux objections signalées plus haut, mais encore à la suivante.

8. Si réellement la densité varie dans la couche superficielle comme

* *Sur l'Instabilité de l'équilibre de la couche superficielle d'un liquide,* 1re partie. (*Bull. de l'Acad. de Belg.*, t. XI, p. 341. 1886.)

le croyait Poisson, la formation de toute surface fraîche du liquide doit être accompagnée d'un travail en vertu duquel les molécules se distribuent autrement qu'au sein même de la masse ; or, ce travail est effectué par les forces mêmes de cohésion, dont sont douées les molécules, et doit donc provoquer, dans la surface nouvellement formée, un abaissement de température. Dès lors la chaleur de l'enceinte et de la masse liquide intérieure doit tendre à rétablir l'équilibre de température dans la couche superficielle, dont les molécules vont s'écarter encore davantage et même se répandre dans l'air (ce qui est effectivement confirmé par le phénomène de l'évaporation). De là un jeu continu de molécules qui quittent la couche superficielle pour se dissoudre dans l'air, et d'autres qui pénètrent dans cette couche, pour y effectuer à leur tour un certain travail aux dépens de leur chaleur propre et se séparer enfin de la masse liquide comme celles qui les ont précédées. Est-il permis, malgré ces mouvements qui doivent se produire dans la couche superficielle, de regarder ses particules comme immobiles et son volume comme invariable ?

9. En 1830, Gauss reprend le problème de la capillarité, et, comme Laplace, admet que les liquides sont incompressibles ; il n'applique pas moins le principe des vitesses virtuelles, sans examiner jusqu'à quel point la nature d'un liquide incompressible permet cette application. En effet, si la distance de deux molécules demeure invariable en fait, tout travail virtuel élémentaire qu'on introduit dans le calcul est purement fictif, et dès lors on ne reconnaît plus la vraie cause du maintien des figures d'équilibre d'une masse liquide ; mais il en est tout autrement si les distances intermoléculaires changent en réalité ; car alors les travaux élémentaires qui correspondent à ces changements de distance sont bien réels et leur ensemble constitue le travail minimum des forces figuratrices de la masse liquide considérée, abstraction faite de celui des forces extérieures. On comprend aussitôt l'importance de cette remarque, du moment où l'on parvient à démontrer que des changements de distance intermoléculaire s'opèrent constamment, non pas au sein même du liquide, mais dans la couche superficielle, soit libre, soit en contact avec un solide ou avec un autre liquide. En nous appuyant sur cette démonstration, nous pourrons conclure en toute rigueur que le travail des forces moléculaires détermine une force contractile dans la couche libre d'un liquide et une force d'extension dans la couche mouillante qui recouvre un corps solide, comme j'ai essayé de le montrer dès 1875*.

Il est à peine nécessaire d'ajouter que la théorie de Gauss, pas plus

* *Sur les propriétés de la surface de contact d'un solide et d'un liquide.* (*Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, t. XL, p. 311.)

que celles de Laplace et de Poisson, n'a égard aux variations de la température dans la couche superficielle d'un liquide, et se trouve ainsi impuissante pour expliquer les variations de la tension depuis le moment de la formation de la surface fraîche jusqu'à une époque plus ou moins éloignée.

10. Arrivons enfin à la théorie de Young qui, dès 1805, a admis, mais sans preuves directes, théoriques ou expérimentales, l'existence d'une force contractile dans la couche superficielle d'un liquide ; assurément cette hypothèse a, depuis lors, été vérifiée par des faits extrêmement nombreux ; mais, aux yeux même de ses plus grands partisans, et mes travaux antérieurs prouvent assez que je suis de ce nombre, il lui manquait la consécration théorique, que Laplace lui-même réclamait en rappelant les idées du physicien anglais. Or, c'est précisément de cette consécration que M. Worthington* et moi**, nous nous sommes occupés simultanément ; seulement le savant professeur de Cambridge croit pouvoir étudier la question au point de vue statique et regarder la température comme invariable, tandis qu'il me paraît indispensable de regarder les molécules liquides comme soumises à des mouvements vibratoires tels que les distances moyennes entre elles augmentent depuis la couche libre jusqu'à une profondeur égale au rayon d'activité de l'attraction moléculaire ; je montre, en outre, que la température d'une tranche prise dans la couche superficielle nouvellement formée, est d'autant plus basse que cette tranche est plus voisine de la surface limite ; je puis déduire de là les différentes causes des variations de la tension superficielle et expliquer même le phénomène de l'évaporation, comme je me propose de le faire prochainement.

M. Camille VINCENT

Professeur à l'École centrale des arts et manufactures, à Paris.

SUR LES PROPYLAMINES NORMALES

— Séance du 14 août 1886. —

J'ai préparé les trois propylamines mélangées en appliquant la méthode générale de Hofmann, pour la synthèse des ammoniaques composées, et j'ai séparé ces trois amines.

* *On the surface forces in fluids.* (*Philos. Magaz.*, numéro d'octobre 1885.)

** *Essai sur la théorie mécanique de la tension superficielle.* (*Bull. de l'Acad. de Belg.*, t. X, p. 405.) Voir surtout la note citée plus haut (nº 7).

J'ai chauffé au bain-marie, en matras scellés, un mélange de une partie d'iodure de propyle et une partie et demie d'alcool saturé d'ammoniac.

Le produit de la réaction évaporé a laissé un résidu salin d'iodures, qui a été traité par une lessive de potasse et soumis à la distillation.

J'ai obtenu ainsi un mélange des trois propylamines contenant peu de tripropylamine qui a été distillé dans un appareil de Lebel et Henninger, de façon à séparer un premier mélange jusqu'à 78° renfermant la presque totalité de la monopropylamine ; puis un second de 78° à 156° contenant la plus grande partie des deux autres amines.

Le premier liquide, additionné d'alcool, a été titré et traité par la quantité convenable d'oxalate d'éthyle. Le mélange s'est fortement échauffé et a abandonné, par le refroidissement, de grands cristaux prismatiques blancs, gras au toucher, de dipropyloxamide. Ce produit, obtenu déjà par Vallach et Schulze, est fusible à 161°5, et se prend par le refroidissement en une masse cristalline feuilletée. Il est volatil et se sublime avec une très grande facilité en donnant de longues aiguilles.

La dipropyloxamide, insoluble dans l'eau, est soluble dans l'alcool, ce qui permet de la purifier facilement.

Par l'action d'une lessive de potasse, elle donne la monopropylamine pure, obtenue déjà par divers auteurs.

Il est indispensable, pour que la dipropyloxamide soit attaquée par la potasse, de la mélanger avec son poids d'alcool.

La réaction s'opère alors sans difficulté, et l'oxalate de potasse qui prend naissance reste dissous dans la lessive.

On recueille à la distillation une dissolution alcoolique de monopropylamine, qu'on sature par l'acide chlorhydrique. Le chlorhydrate, évaporé pour chasser l'alcool, décomposé par la potasse, donne la monopropylamine.

Ainsi préparée, cette amine desséchée sur la baryte bout à 49°, T. corrigée sous 758 à 0°.

Le liquide séparé des premiers cristaux de dipropyloxamide, concentré au bain-marie, fournit une nouvelle quantité de cristaux ; enfin la liqueur mère huileuse, composée surtout de dipropyloxamate d'éthyle décomposée par une lessive de potasse donne un mélange de propylamines qui est remis en traitement avec le produit brut d'une opération suivante.

Le produit alcalin recueilli précédemment entre 78° et 156°, additionné d'eau, a été saturé par l'acide chlorhydrique. Le mélange des chlorhydrates, évaporé à 105°, a été additionné de son poids de nitrite de soude en dissolution concentrée, puis on a chauffé.

Une réaction s'est déterminée aussitôt : le liquide s'est couvert d'une

couche huileuse jaune, et il s'est dégagé un mélange de bioxyde d'azote et de propylène, ces deux derniers gaz provenant de la décomposition du nitrite de monopropylamine, selon la réaction indiquée par MM. Meyer et Forster.

La proportion très faible d'azote et de propylène m'a prouvé que la séparation de la monopropylamine par distillation avait été satisfaisante.

La réaction terminée, on a distillé à sec le mélange dans le vide. On a recueilli ainsi un liquide mixte, formé de deux couches : l'une inférieure, aqueuse, l'autre huileuse, jaune, composée de nitrosodipropylamine et de tripropylamine mélangées. Le résidu de l'opération ne renfermait plus d'amines.

La couche huileuse a été saturée exactement par l'acide sulfurique étendu, puis distillée dans le vide. On a recueilli cette fois, de l'eau et de la nitrosodipropylamine, tandis qu'il est resté, comme résidu, une dissolution de sulfate de tripropylamine :

$$\mathrm{Az\,H\,(C^3\,H^7)^2 + Az\,O^2\,H = H^2\,O + Az\,(C^3\,H^7)^2\,Az\,O.}$$

Ce composé est un liquide jaune clair, ayant une odeur aromatique, rappelant celle du foin. Il est presque insoluble dans l'eau. Sa densité à 0° est de 0,931. Il bout régulièrement à 205°,9. Température corrigée sous 758 à 0°.

Le nitrosodipropylamine se dissout instantanément dans l'acide chlorhydrique concentré avec élévation de température. Si on chauffe le mélange au bain-marie, une vive réaction se détermine ; la dipropylamine est régénérée et reste combinée à l'excès d'acide chlorhydrique, tandis qu'il se dégage de l'acide chloronitreux.

On doit disposer un réfrigérant cohobateur à la suite de l'appareil.

La réaction n'est complète qu'après plusieurs jours. On est averti de la fin lorsqu'un papier imprégné d'iodure de potassium et d'amidon ne bleuit plus à l'extrémité du tube cohobateur.

Le chlorhydrate ainsi obtenu, décomposé par la potasse caustique, donne la dipropylamine normale qui, desséchée sur la baryte, bout à 97°5, température corrigée sous 757 à 0° ; sa densité est de 0,756 à 0°.

Cette amine présente une forte odeur ammoniacale ; elle brûle avec une flamme éclairante. Elle est légèrement soluble dans l'eau ; et de même, elle dissout une petite quantité d'eau que lui enlève facilement la baryte.

Cent parties d'eau dissolvent 4,86 de dipropylamine à 23° ; cette solubilité diminue rapidement, à mesure que la température s'élève, à tel point qu'une dissolution saturée à la température ambiante, devient laiteuse par la précipitation d'une certaine quantité d'amine, lorsqu'on la chauffe en serrant le flacon dans la main.

La dissolution aqueuse de dipropylamine donne avec les dissolutions métalliques des réactions qui font l'objet d'une note ci-dessous.

Le bichlorure de platine forme avec le chlorydrate de dipropylamine une combinaison qui cristallise en gros prismes clinorhombiques rouge vif. L'analyse de ce produit a donné :

Calculé pour la formule $PtCl^4 2 [Az(C^3H^7)^2H^2Cl]$:

	Calculé.	Trouvé.
Platine p. 100.	32,08	31,90
Chlore —	34,69	34,53

Le sulfate de tripropylamine, obtenu comme nous l'avons indiqué, décomposé par une lessive de potasse, donne la tripropylamine, bouillant à 156°,4. Température corrigée sous 757 à 0°.

A la température de 20°, l'eau ne dissout que de 0,6 p. 100 de cette amine. Elle ne possède qu'une faible odeur ammoniacale et brûle avec une flamme éclairante.

Sa densité à 0° est de 0,771.

Son chlorhydrate se combine au chlorure de platine et donne un chlorure double en prismes rouge orangé vif rhombiques. L'analyse de ce produit a donné, pour $PtCl^4 2 [Az(C^3H^7)^3HCl]$:

	Calculé.	Trouvé.
Platine p. 100.	28,22	27,90
Chlore —	30,52	30,21

En résumé, j'ai séparé les trois propylamines normales ; j'ai fait connaître la nitrosodipropylamine, la dipropylamine et son chloroplatinate, les réactions de la dipropylamine sur les sels métalliques ; enfin les constantes physiques de la tripropylamine et de la nitrosodipropylamine.

RÉACTIONS PRODUITES PAR LA DISSOLUTION AQUEUSE DE DIPROPYLAMINE AVEC LES SELS MÉTALLIQUES.

Sels de :

Magnésium ; en solution neutre ou acide, précipité blanc insoluble dans un excès de réactif.

Glucinium ; précipité blanc insoluble dans un excès de réactif.

Aluminium ; précipité blanc soluble dans un excès de réactif.

Zirconium ; précipité blanc insoluble.

Fer ; minimum, précipité verdâtre insoluble.

Fer ; maximum, précipité ocreux insoluble.

Chrome (sesquioxyde) ; précipité vert insoluble.

Manganèse ; en solution neutre ou acide, précipité blanc insoluble, se colorant rapidement à l'air.

Cobalt ; précipité bleu insoluble dans un excès de réactif.

Nickel ; précipité vert-pomme insoluble dans un excès de réactif.

Uranium (sesquioxyde) ; précipité jaune insoluble dans un excès de réactif.

Zinc ; précipité blanc insoluble dans un excès de réactif.

Cadmium ; précipité blanc insoluble dans un excès de réactif.

Étain ; protoxyde, précipité blanc insoluble dans un excès de réactif.

Étain ; bioxyde, précipité blanc soluble dans un excès de réactif.

Antimoine ; minimum, précipité blanc insoluble dans un excès de réactif.

Antimoine ; maximum, précipité blanc soluble dans un excès de réactif.

Bismuth ; précipité blanc insoluble dans un excès de réactif.

Plomb ; précipité blanc insoluble.

Cuivre ; précipité bleu clair insoluble dans un excès de réactif.

Mercure ; minimum, précipité noir insoluble.

Mercure ; maximum, précipité jaune clair de sous-sel, puis jaune vif, insoluble dans un excès de réactif. Avec le bichlorure de mercure ; précipité blanc soluble dans un excès de réactif, et presque aussitôt la liqueur se trouble et donne un précipité jaune vif.

Argent ; précipité gris très soluble dans un excès de réactif alcalin.

Palladium ; précipité chamois insoluble.

Or ; précipité jaune clair, devenant violet bleu foncé par un léger excès de réactif (oxyde, Au^2O), se dissolvant enfin dans un plus grand excès de réactif, en donnant une liqueur à peine teintée en jaune.

Platine ; pas de précipité.

M. H. MOISSAN

Agrégé à l'École de Pharmacie, à Paris.

SUR LA DÉCOMPOSITION DE L'ACIDE FLUORHYDRIQUE PAR UN COURANT ÉLECTRIQUE

— Séance du 16 août 1886. —

Cette expérience se fait dans un tube en U en platine, fermé par des bouchons de fluorine et portant sur le haut de chaque branche un petit tube à dégagement également en platine. Au travers du bouchon passe une tige de platine, qui sert d'électrode ; le métal employé au pôle positif est un alliage de platine renfermant 10 p. 100 d'iridium.

Pour obtenir l'acide fluorhydrique pur et anhydre, on commence par préparer le fluorydrate de fluorure de potassium en prenant toutes les précautions indiquées par M. Frémy*. Lorsqu'on a obtenu ce sel pur, on le dessèche au bain-marie, à 100°, et la capsule de platine qui le contient est placée ensuite sous le vide en présence d'acide sulfurique concentré et de deux ou trois bâtons de potasse fondue au creuset d'argent. L'acide et la potasse sont remplacés tous les matins pendant quinze jours, et le vide est toujours maintenu dans les cloches à 2 centimètres de mercure environ.

* Frémy, *Recherches sur les fluorures.* (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XLVII, p. 5. 1856.)

Il faut avoir soin, pendant cette dessiccation, de pulvériser le sel chaque jour dans un mortier de fer, afin de renouveler les surfaces ; lorsque le fluorhydrate ne contient plus d'eau, il tombe en poussière et peut alors servir à préparer l'acide fluorhydrique. Il est à remarquer que le fluorhydrate de fluorure de potassium bien préparé est beaucoup moins déliquescent que le fluorure.

Lorsque le fluorhydrate est bien sec, il est introduit rapidement dans un alambic en platine que l'on a séché en le portant au rouge peu de temps auparavant. On le maintient à une douce température pendant une heure ou une heure et demie, de façon que la décomposition commence très lentement ; on perd cette première portion d'acide fluorhydrique formé, qui entraîne avec elle les petites traces d'eau pouvant rester dans le sel. On adapte alors le récipient de platine et l'on chauffe plus fortement tout en conduisant la décomposition du fluorhydrate avec une certaine lenteur. On entoure ensuite le récipient d'un mélange de glace et de sel, et à partir de ce moment, tout l'acide fluorhydrique est condensé et fournit un liquide limpide bouillant à 19°5, très hygroscopique et produisant, comme l'on sait, d'abondantes fumées en présence de l'humidité de l'air.

Pendant cette opération, le tube en U en platine, desséché avec le plus grand soin, a été fixé au moyen d'un bouchon dans un vase de verre cylindrique et entouré de chlorure de méthyle. Jusqu'au moment de l'introduction de l'acide fluorhydrique, les tubes abducteurs sont reliés à des éprouvettes desséchantes contenant de la potasse fondue. Pour faire pénétrer l'acide fluorhydrique dans ce petit appareil, on peut l'absorber par l'un des tubes latéraux dans le récipient même où il s'est condensé.

Dans quelques expériences nous avons condensé directement l'acide fluorhydrique dans le tube en U entouré de chlorure de méthyle ; mais, dans ce cas, on doit veiller avec soin à ce que les tubes ne s'obstruent pas par de petites quantités de fluorhydrate entraîné, ce qui amène infailliblement une explosion ou des projections toujours très dangereuses avec un liquide aussi corrosif.

Lorsqu'on a fait pénétrer, à l'avance, un volume déterminé d'acide fluorhydrique liquide dans le petit appareil en platine, refroidi par le chlorure de méthyle en ébullition tranquille, à la température de 23°, on fait passer, dans les électrodes, le courant produit par 20[el] Bunsen grand modèle, montés en série. Un ampère-mètre placé dans le circuit permet de se rendre compte de l'intensité du courant.

Si l'acide fluorhydrique renferme une petite quantité d'eau, soit par manque de soin, soit qu'on l'ait ajoutée avec intention, il se dégage tout d'abord au pôle positif de l'ozone qui n'exerce aucune action sur

le silicium cristallisé. Au fur et à mesure que l'eau contenue dans l'acide est ainsi décomposée, on remarque grâce à l'ampère-mètre, que la conductibilité du liquide décroît rapidement. Avec de l'acide fluorhydrique absolument anhydre, le courant ne passe plus. Dans plusieurs de nos expériences nous sommes arrivé à obtenir un acide anhydre tel qu'un courant de 25 ampères était totalement arrêté.

Afin de rendre ce liquide conducteur, nous y avons alors ajouté, avant l'expérience, une petite quantité de fluorhydrate de fluorure de potassium séché et fondu. Dans ce cas la décomposition se produit d'une façon continue et l'on obtient au pôle négatif:

Un gaz brûlant avec une flamme incolore et présentant tous les caractères de l'hydrogène.

Au pôle positif:

Un gaz incolore d'une odeur pénétrante très désagréable se rapprochant de celle du chlore, et irritant rapidement la muqueuse de la gorge et les yeux. Ce gaz est doué de propriétés très énergiques. Le soufre s'enflamme à son contact. Le phosphore prend feu et fournit un mélange d'oxyfluorure et de fluorure de phosphore.

L'iode s'y combine avec une flamme pâle en perdant sa couleur. L'arsenic et l'antimoine en poudre se combinent à ce corps gazeux avec incandescence.

Le carbone semble être sans action.

Le silicium cristallisé, froid, brûle au contact de ce gaz avec beaucoup d'éclat, parfois avec étincelles, en fournissant du fluorure de silicium qui a été recueilli sur le mercure et nettement caractérisé.

Le bore adamantin de Deville brûle également, mais avec plus de difficulté, en se transformant en fluorure de bore. La petite quantité de carbone et d'aluminium qu'il renferme entrave la combinaison.

Ce gaz décompose l'eau à froid en fournissant de l'acide fluorhydrique et de l'ozone.

Le chlorure de potassium fondu, est attaqué à froid avec dégagement de chlore.

En présence du mercure, absorption complète avec formation de protofluorure de mercure de couleur jaune clair.

D'une façon générale, les métaux sont attaqués avec beaucoup moins d'énergie que les métalloïdes. Cela tient, pensons-nous, à ce que la petite quantité de fluorure métallique formé empêche l'attaque d'être plus profonde. Le fer et le manganèse en poudre, légèrement chauffés, brûlent en fournissant des étincelles.

Les corps organiques sont violemment attaqués. Un morceau de liège, placé auprès de l'extrémité du tube de platine par lequel le gaz se dégage, se carbonise aussitôt et s'enflamme. L'alcool, l'éther, la

benzine, l'essence de térébenthine, le pétrole prennent feu à son contact.

En opérant dans de bonnes conditions, on peut obtenir à chaque pôle un rendement de 1 litre et demi à 2 litres de gaz par heure.

Lorsque l'expérience a duré plusieurs heures et que la quantité d'acide fluorhydrique liquide restant au fond du tube n'est plus suffisante pour séparer les deux gaz, ils se recombinent à froid dans l'appareil en platine avec une violente détonation.

Nous nous sommes assuré par des expériences directes, faites au moyen d'ozone saturé d'acide fluorhydrique, qu'un semblable mélange ne produit aucune des réactions décrites précédemment. Il en est de même de l'acide fluorhydrique gazeux. Nous ajouterons que l'acide fluorhydrique employé ainsi que le fluorhydrate de fluorure étaient absolument exempts de chlore. Enfin, on ne peut pas objecter que le nouveau gaz produit soit un perfluorure d'hydrogène, car en présence de fer chauffé au rouge maintenu dans un tube de platine, il est absorbé entièrement sans dégagement d'hydrogène.

Par l'électrolyse de l'acide fluorhydrique rendu conducteur au moyen de fluorhydrate de fluorure de potassium, on obtient donc au pôle négatif de l'hydrogène et au pôle positif un dégagement continu d'un corps gazeux, présentant des propriétés nouvelles, qui ne peut être que le fluor.

M. P. ALEXEYEFF

Professeur de chimie à l'Université de Kiew, Russie.

SUR LA FORME CRISTALLINE DE QUELQUES AZOCOMBINAISONS

— Séance du 16 août 1886 —

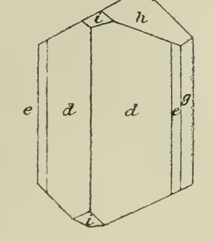
M. de Marignac considérait la forme cristalline de l'azobenzol comme appartenant au type clinorhombique. M. Calderon était arrivé à la même conclusion (Groth, *Zeitschrift für Krystallographie,* IV, 234). Ce dernier savant n'avait probablement pas eu connaissance des déterminations de M. Ereméeff, que j'ai publiées autrefois (*Journal de la Société chimique russe,* I, 91), d'après lesquelles l'azobenzol appartient au type orthorhombique.

Les cristaux présentent la combinaison :

$$\infty P\,(d).\ \infty \breve{P} 2\,(e).\ \infty P^{7}/_{2}\,(f).\ \infty \breve{P} \infty\,(g).\ \breve{P} \infty\,(h).\ {}^{1}/_{2} \bar{P} \infty\,(i).\ P\,(j).$$

Le rapport des axes est :

$$a : b : c : = 0{,}52204 : 1 : 0{,}46277.$$



Il y a quelque temps j'ai communiqué (V. la *Correspondance russe, Bulletin de la Société chimique*, N. S., t. XXXVIII, p. 552) que M. Armachewsky, qui a étudié un grand nombre de cristaux d'azobenzol, nouvellement obtenus par moi, les rapporte aussi au type orthorhombique, type dans lequel cristallisent les combinaisons voisines de l'azobenzol : azoxybenzol et azotoluol de M. Barsilowsky, dérivé du nitrotoluol asymétrique.

M. Armachewsky vient de mesurer les cristaux de l'azoxylol obtenu par M. Samonoff. (V. la *Correspondance russe*, Bulletin, N. S., t. XXXIX, p. 597.) Ils appartiennent aussi au type orthorhombique et présentent la combinaison :

$$\infty P\,(m).\ \breve{P} \infty\ (k).$$

Le rapport des axes est :

$$a : b : c : = 0{,}5773 : 1 : 0{,}3990.$$

Il n'est pas sans intérêt de voir que les relations des axes dans l'azobenzol et l'azoxylol ne diffèrent pas beaucoup entre elles.

M. DE VRY

A La Haye (Hollande).

SUR QUELQUES PRINCIPES IMMÉDIATS DU QUINQUINA

— Séance du 18 août 1886. —

1° Notice historique sur la découverte des alcaloïdes du quinquina contenant les faits suivants :

a) La quinine préparée par Pelletier lui-même en 1835 contenait des traces de cinchonidine.

b) Aussi longtemps que le quinquina jaune fut exclusivement employé à la fabrication du sulfate de quinine, la quantité de cinchonidine (alca-

loïde inconnu du temps de Pelletier et Caventou et découvert en 1848 par Winckler) contenue dans ce produit était restreinte en d'étroites limites ; mais cette quantité s'est augmentée considérablement depuis l'introduction d'autres écorces de quinquina dans cette fabrication qui date de 1848.

c) Comme il est très facile de fabriquer industriellement du sulfate de quinine chimiquement pur en modifiant le procédé actuellement en usage, ce qui a déjà été fait par plusieurs fabricants, il est désirable de n'admettre aucune tolérance d'alcaloïde étranger dans le sulfate de quinine du commerce.

2° L'extraction complète de tous les alcaloïdes du quinquina peut être effectuée à froid au moyen des acides chlorhydrique, phosphorique et nitrique, mais non par l'acide sulfurique. Cette extraction a été pratiquée pour la première fois, au moyen de l'acide chlorhydrique, par un jeune Français, J. Viréton, à Grenoble. (*Annales de chimie et de physique,* t. 17, (1821, p. 439.)

3° La chaux contenue dans les écorces de quinquina s'y trouve dans une combinaison avec l'acide quinique et quinotannique. Cette combinaison particulière qui mérite une étude approfondie, est précipitée sous un aspect gommeux si on ajoute une grande quantité d'alcool à une infusion concentrée de quinquina par l'eau froide. C'est probablement cette combinaison que Pelletier et Caventou ont obtenue en traitant le quinquina, épuisé par l'alcool à 95 p. 100, par l'eau froide et ajoutant de l'alcool à cette solution aqueuse. Ils l'ont décrite de la manière suivante (*Annales de chimie et de physique,* t. 15, 1820, § 24) :

« La matière insoluble dans l'alcool étant un mélange de quinate de « chaux et de matière gommeuse, on peut en retirer le quinate de chaux « par cristallisation, ou mieux encore mettre l'acide quinique à nu et le « séparer de la gomme. »

J'ai trouvé que ce composé particulier est déliquescent et très soluble dans l'eau. Cette dissolution aqueuse a une réaction acide et, traitée à chaud avec la magnésie, fournit du quinate de chaux, du quinate de magnésie et du rouge cinchonique. Ces réactions m'ont fait conclure que c'est une combinaison particulière de la chaux avec un acide copulé contenant l'acide quinique et l'acide quinotannique.

4° Faits pouvant servir à l'étude de la formation de la quinine.

a) Quoique la quinine et la quinidine soient isomères, les chromates de ces deux alcaloïdes se comportent d'une manière tout à fait différente. Le chromate de quinine est un sel très stable qui, exposé même pendant plus de 9 ans à la lumière directe du soleil dans mon laboratoire, n'a nullement changé d'aspect et conserve toujours sa belle couleur jaune clair. Le chromate de quinidine au contraire verdit déjà pendant la pré-

paration. Par conséquent ces deux alcaloïdes me semblent posséder une construction moléculaire tout à fait différente.

b) Les quinquinas contiennent plusieurs alcaloïdes amorphes dont la quantité est plus grande dans les jeunes écorces. Nonobstant une étude de plusieurs années de ces alcaloïdes amorphes, je n'ai pas réussi à les isoler d'une manière suffisante. J'ai trouvé néanmoins qu'il existe au moins 4 alcaloïdes amorphes, dont deux dextrogyres et deux lévogyres, qui se trouvent mêlés à d'autres substances dans la quinoïdine du commerce. C'est pourquoi je ne souscris pas à l'opinion de M. Pasteur (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences,* t. XXXVII, séance du 25 juillet 1853) : « La quinoïdine est toujours un produit d'altération des alcalis du quinquina. » Je crois au contraire que les alcaloïdes cristallins du quinquina sont un produit des alcaloïdes amorphes durant la végétation.

M. E. WERNER

A Odessa.

SUR LES CHALEURS DE NEUTRALISATION PAR LA SOUDE DES COMPOSES DE LA SÉRIE AROMATIQUE

— *Séance du 18 août 1886.* —

Dans une note présentée à la Société chimique de Paris*, j'ai exprimé la supposition que dans la benzine les six atomes d'hydrogène ne sont pas absolument identiques et que leur rôle n'est pas équivalent dans la molécule. La différence pourrait provenir de ce que la polymérisation de l'acétylène en benzine ne se fait peut-être pas d'un seul coup ; elle est précédée probablement par la formation de di-acétylène, qui se combine ensuite avec la troisième molécule d'acétylène. Le résultat de ces deux phases de la réaction peut être tel, que la quantité de chaleur dégagée ou absorbée par l'hydrogène ne soit pas uniformément répartie entre les six atomes. Cette considération fait croire à la possibilité de l'isomérie même dans les produits monosubstitués de la benzine. Avant de chercher ces isomères, j'ai entrepris l'étude thermique des composés aromatiques, et particulièrement des isomères, dans le but de découvrir des signes des différences ci-dessus mentionnées. Dans

* *Bull. Soc. chim.* 1885, t. XLIII, p. 372.

cette note je présente les chaleurs de neutralisation par la soude des composés que j'ai pu me procurer.

Avec la solution du phénol j'ai obtenu, en faisant varier la concentration, les résultats suivants :

$C^6H^5.OH$ (4 litres) $+ \frac{Na^2O}{2}$ (1 litre) dégage $+ 7^{cal},652$ (vers 14°).

$C^6H^5.OH$ (8 litres) $+ \frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) dégage $+ 7\ ,667$ (vers 14°).

$C^6H^5.OH$ (32 litres) $+ \frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) dégage $+ 7\ ,661$ (vers 14°).

Moyenne $+ 7^{cal},660$ (vers 14°).

Ainsi la chaleur de neutralisation du phénol est presque constante quand on fait varier la concentration dans les limites indiquées. Avec un excès de soude l'effet thermique est insensible.

Maintenant nous allons examiner les changements de la valeur thermique de l'hydroxyle quand un ou plusieurs atomes d'hydrogène seront remplacés, dans la molécule phénolique, par différents groupes, et comment les groupes introduits se comportent avec la soude. Commençons par les trois crésols isomériques :

1. *Crésols.* — $C^6H^4.OH.CH^3$.

Chaleur de dissolution :

Orthocrésol $C^6H^4.OH.CH^3 + 730H^2O$ absorbe $- 3^{cal},155$ (vers 12°).
Paracrésol $C^6H^4.OH.CH^3 + 730H^2O$ absorbe $- 2\ ,765$ (vers 12°).
Métacrésol (liquide) indirectement $- 0\ ,36$ (vers 12°).

Chaleur de neutralisation dans la solution :

Ortho $C^6H^4.OH.CH^3$ (16 litres) + 1re) $\frac{Na^2O}{2}$ (1 litre) dégage $+ 7^{cal},511$ (vers 9°).
+ 2e) $\frac{Na^2O}{2}$ $+ 0.173$ (vers 9°).

Para $C^6H^4.OH.CH^3$ (16 litres) + 1er) $\frac{Na^2O}{2}$ (1 litre) dégage $+ 7^{cal},589$ (vers 10°).
+ 2e) $\frac{Na^2O}{2}$ $+ 0.155$

Méta $C^6H^4.OH.CH^3$ (16 litres) + 1er) $\frac{Na^2O}{2}$ (4 litres) dégage $+ 8^{cal},025$ (vers 10°).
+ 2e) $\frac{Na^2O}{2}$ 0.

D'après ces données, on voit que la présence du groupe méthyle dans la position ortho ou para diminue fort peu la valeur thermique de l'hydroxyle phénolique. Quant au dérivé méta, la chaleur de neutralisation est un peu plus grande que pour le phénol.

2. *Les di-phénols.* — $C^6H^4.OH.OH$.

Chaleur de dissolution :

Ortho (pyrocatéchine) $C^6H^4.(OH)^2 + 300H^2O$ absorbe — $2^{cal},920$ (vers 10°).
Para (hydroquinone) $C^6H^4.(OH)^2 + 300H^2O$ absorbe — 4 ,179 (vers 10°).
Méta (résorcine) $C^6H^4.(OH)^2 + 400H^2O$ absorbe — 3 ,243 (vers 10°).

Chaleur de neutralisation :

		PYROCATÉCHINE	HYDROQUINONE
$C^6H^4.(OH)^2$(6 litres) +	1er) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres)	$+ 6^{cal},257$	$+ 8^{cal},001$ (vers 11°).
	+ 2e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres)	+ 1.405	+ 6.336
	+ 3e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres)	+ 0.605	+ 1.199

La pyrocatéchine se comporte comme un phénol-alcool.

Méta-diphénol (résorcine) :

$C^6H^4(OH)^2$ (3 litres) +	1er) $\frac{Na^2O}{2}$ (1 litre)	$+ 8^{cal},226$ (vers 10°).
	2e) $\frac{Na^2O}{2}$ (1 litre)	+ 7.359
	3e) $\frac{Na^2O}{2}$ (1 litre)	+ 0.705
$C^6H^4(OH)^2$ (16 litres) +	1er) $\frac{Na^2O}{2}$ (1 litre)	$+ 8^{cal},212$ (vers 14°).
	2e) $\frac{Na^2O}{2}$ (1 litre)	+ 6.776
	3e) $\frac{Na^2O}{2}$ (1 litre)	+ 0.980

Les chiffres observés montrent que la première basicité de la résorcine ne se dissocie pas par l'eau, tandis que la deuxième se décompose de plus en plus à mesure que l'on emploie des solutions plus étendues.

En introduisant dans l'oxyphénol le méthyle, on pourrait dire à l'avance que l'effet thermique de neutralisation dépendra seulement de la position réciproque de deux hydroxyles. Si nous prenons l'orcine $C^6H^3.OH_{(1)}.OH_{(3)}.CH^3_{(5)}$, le résultat doit être analogue à celui que donne la résorcine ; ce qui est confirmé par les expériences suivantes :

3. *L'orcine.* — $C^6H^3.(OH)^2.CH^3$.

Chaleur de dissolution :

pour l'hydrate :

$C^6H^5O^2$ (CH^3). $H^2O + 400H^2O$ absorbe	$— 5^{cal},426$ (vers 11°).
Indirectement	— 5 ,778
Moyenne . . .	$— 5^{cal},602$

pour l'orcine anhydre :

$C^6H^5O^2.CH^3 + 400H^2O$	$— 2^{cal},366$ (vers 7°).
Indirectement	— 2 ,293
Moyenne . . .	$— 2^{cal},329$

On déduit de ces données la chaleur d'hydratation de l'orcine :

$$C^6H^3(OH)^2.CH^3 \text{ solide} + H^2O \text{ liquide} \quad + 3^{cal},273.$$

Chaleur de neutralisation :

$C^6H^3(OH)^2.CH^3$ (3 litres) + 1er) $\frac{Na^2O}{2}$ (1 litre) + 8^{cal},246 (vers 10°).

2e) $\frac{Na^2O}{2}$ (1 litre) + 7.029

3e) $\frac{Na^2O}{2}$ (1 litre) + 0.425

$C^6H^3(OH)^2.CH^3$ (16 litres) + 1er) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) + 8.188 (vers 9°).

+ 2^e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) + 6.827

Arrivons aux tri-phénols.

4. *Les tri-phénols.* — C^6H^3.OH.OH.OH.

Pyrogallol. Chaleur de dissolution :

$$C^6H^6O^3 + 700H^2O \text{ absorbe} \quad - 3^{cal},713 \text{ (vers } 11°).$$

Chaleur de neutralisation :

$C^6H^6O^3$ (12 litres) + 1er) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) + 6^{cal},397 (vers 11°).

2e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) + 6.386

3e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) + 1.021

D'après les chiffres trouvés, on peut dire que les trois hydroxyles du pyrogallol occupent les positions [1. 2. 6].

Phloroglucine $C^6H^3.OH_{(1)}.OH_{(3)}.OH_{(5)}$.

Chaleur de dissolution :

pour l'hydrate :

$C^6H^6O^3.2H^2O$ indirectement — 6^{cal},670 (vers 11°).
directement — 6 702

pour la phloroglucine anhydre :

$C^6H^6O^3$ indirectement — 1^{cal},643 (vers 11°).

On tire de ces chiffres la chaleur d'hydratation de la phloroglucine :

$$C^6H^6O^3 \text{ solide} + 2H^2O \text{ liquide} \quad + 5^{cal},027.$$

Chaleur de neutralisation :

$C^6H^6O^3$ (12 litres) + 1er) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) + 8^{cal},347 (vers 11°).

2e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) + 8.386

3e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) + 1.536

La différence est très marquée entre les deux triphénols isomères. Les positions [2. 6] de pyrogallol sont représentées par $6^{cal},3$ et les positions [3. 5.] de la phloroglucine sont caractérisées thermiquement par $8^{cal},3$. Le troisième hydroxyle représente la fonction alcoolique pour les deux di-oxyphénols.

5. *Alcools aromatiques.*

J'ai étudié seulement un alcool, savoir l'alcool orthoxybenzylique ou saligénine $C^6H^4.OH.CH^2OH$.

Chaleur de dissolution :

$$C^6H^4.OH.CH^2OH + 400H^2O \text{ absorbe } -4^{cal},6 \text{ (vers } 20^{\circ}\text{)}.$$

Chaleur de neutralisation :

$C^6H^4.OH.CH^2OH$ (8 litres) + 1er) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) dégage $+6^{cal},720$ (vers 20°).

2e) $\frac{Na^2O}{5}$ (2 litres) dégage $+0.121$

L'hydroxyle phénolique a presque la même valeur que l'hydroxyle de la pyrocatéchine et que les deux hydroxyles du pyrogallol.

6. *Aldéhydes.*

Deux isomères ont été étudiés, les aldéhydes oxybenzoïques $C^6H^4.OH.CHO$.

Chaleur de dissolution :

Aldéhyde ortho (liquide) indirectement	$-1^{cal},7$ (vers 20°).
Aldéhyde para (solide) indirectement	-5.97

Chaleur de neutralisation :

Aldéhyde ortho $C^6H^4.OH.CHO$ (32 litres) + 1er) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) $+8^{cal},048$ (vers 20°).

+ 2e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) 0.

Aldéhyde para $C^6H^4.OH.CHO$ (32 litres) + 1er) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) $+9^{cal},359$ (vers 10°).

+ 2e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) 0.

Ainsi la présence du groupe CHO dans les positions ortho et para augmente la valeur thermique de l'hydroxyle, qui est plus forte pour l'aldéhyde para.

7. *Acides aromatiques à fonction mixte.*

A. Acides oxybenzoïques $C^6H^4.OH.CO^2H$.

Chaleur de dissolution indirectement :

L'acide ortho	$-6^{cal},35$ (vers 11°).
L'acide para	$-5\ ,57$ (vers 13°).
L'acide méta	$-5\ ,98$ (vers 13°).

Chaleur d'hydratation de l'acide paraoxybenzoïque :

$$C^6H^4.OH.CO^2H \text{ solide} + H^2O \text{ liquide} \quad + 2^{cal},14.$$

Chaleur de neutralisation :

$$\text{L'acide ortho } C^6H^4.OH.CO^2H \text{ (69 litres)} + 1^{er})\ \frac{Na^2O}{2}\ (6^{lit},9) \quad + 12^{cal},906 \text{ (vers 10°)}.$$

$$+ 2^{e})\ \frac{Na^2O}{2}\ (6^{lit},9) \quad + 0.808$$

$$C^6H^4.\ OH.\ CO^2H \text{ (60 litres)} + 1^{er})\ \frac{Na^2O}{2}\ \text{(6 litres)} + 12^{cal},867 \text{ (vers 13°)}.$$

$$+ 2^{e})\ \frac{Na^2O}{2}\ \text{(6 litres)} + 1.162$$

Avec des solutions plus concentrées, on obtient avec la deuxième molécule de soude $+ 2^{cal},069$. Si nous comparons ces données avec les chiffres obtenus pour l'acide salicyleux on voit que la fonction phénolique de l'hydroxyle se change en fonction alcoolique par suite de l'oxydation qui change l'aldéhyde en acide.

$$\text{L'acide para } C^6H^4.OH.CO^2H \text{ (50-60 litres)} + 1^{er})\frac{Na^2O}{2}\text{ (3-5 litres)} + 12^{cal},848 \text{ (vers 13°)}.$$

$$+ 2^{e})\ \frac{Na^2O}{2}\text{ (3-5 litres)} \quad + 9.051$$

La transformation du groupe CHO en CO^2H dans la série para n'influe presque pas sur la fonction phénolique.

$$\text{L'acide méta } C^6H^4.\ OH.\ CO^2H \text{ (60 litres)} + 1^{er})\frac{Na^2O}{2}\text{ (3-6 litres)} + 12^{cal},987 \text{ (vers 14°)}.$$

$$+ 2^{e})\ \frac{Na^2O}{2}\text{(3-6 litres)} \quad + 8.363$$

La valeur thermique de l'hydroxyle est peu différente de celle obtenue pour la résorcine, l'orcine et la phloroglucine.

Ainsi les trois acides isomériques, à l'état de dissolution, dégagent presque la même quantité de chaleur en s'unissant avec une seule molécule de soude (NHO), et cette quantité est moins forte que pour l'acide benzoïque ($13^{cal},5$). Il est digne d'intérêt de constater que l'introduction de l'hydroxyle dans l'acide aromatique abaisse la chaleur de neutralisation.

B. Acides di-oxybenzoïques $C^6H^3(OH)^2.CO^2H$.

Acide protocatéchique $C^6H^3\ OH_{(1)}.OH_{(2)}.CO^2H_{(4)}$.

D'après la disposition indiquée on est sûr d'obtenir pour la chaleur de neutralisation des deux hydroxyles les mêmes chiffres que pour la pyrocatéchine, et le groupe acide doit se comporter comme dans l'acide paraoxybenzoïque.

Chaleur de dissolution :

L'acide anhydre $C^6H^3(OH)^2.CO^2H + 1400H^2O$ — $5^{cal},49$ (vers 19°,5).
L'acide hydraté $C^6H^3(OH)^2.CO^2H, H^2O + 1400H^2O$ — 6.97 (vers 19°,5).

d'où la chaleur d'hydratation de l'acide protocatéchique :

$C^6H^3(OH)^2.CO^2H$ solide + H^2O liquide + $1^{cal},48$.

Chaleur de neutralisation :

$C^7H^6O^4$ (32 litres) + 1er) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) + $12^{cal},932$ (vers 15°).
+ 2e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) + 6.937
+ 3e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) + 1.245

Les deux hydroxyles de l'acide protocatéchique se comportent donc comme les deux hydroxyles de la pyrocatéchine, et la fonction acide se comporte comme dans les acides oxybenzoïques.

C. Acides tri-oxybenzoïques $C^6H^2(OH)^3.CO^2H$.

L'acide gallique $C^6H^2.OH.OH.OH.CO^2H$.

Chaleur de dissolution :

L'acide anhydre $C^7H^6O^5 + 1800H^2O$ — $5^{cal},19$ (vers 19°,5).
L'acide hydraté $C^7H^6O^5. H^2O + 1800H^2O$ — 8.35 (vers 20°).

d'où l'on tire la chaleur d'hydratation de l'acide gallique :

$C^7H^6O^5$ solide + H^2O liquide + $3^{cal},16$.

Chaleur de neutralisation :

$C^7H^6O^5$ (32 litres) + 1er) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) + $13^{cal},124$ (vers 17e).
+ 2e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) + 6.371
+ 3e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) + 6.117
+ 4e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) + 1.937

D'après ces chiffres, on peut conclure que l'acide gallique appartient au type [1. 2. 4. 6] des produits tétrasubstitués de la benzine. Sa constitution peut être représentée par la formule $C^6H^2\ OH_{(1)}.\ OH_{(4)}.\ OH_{(6)}.\ CO^2H_{(4)}$. Si on le compare avec le pyrogallol, on est frappé de voir avec quelle netteté les données thermiques expriment les relations de ces deux composés.

Nous avons constaté déjà que l'introduction des hydroxyles dans l'acide aromatique abaisse la chaleur de neutralisation. Maintenant nous allons examiner l'influence du groupe méthyle sur l'acide aromatique.

8. *Acides toluiques* $C^6H^4.CO^2H.CH^3$.

Acide orthotoluique.

Chaleur de neutralisation :

$$1^{gr},3606 \text{ d'acide} = 1 \text{ litre} ; \frac{Na^2O}{2} = 4 \text{ litres}.$$

$$C^6H^4.\ CO^2H.\ CH^3 \text{ dissous} + \frac{Na^2O}{2} \text{ dissous dégage} \quad + 14^{cal},162 \text{ (vers } 19^o).$$

$$C^6H^4.\ CO^2H.\ CH^3 \text{ solide} + \frac{Na^2O}{2} \text{ (16 litres)} \quad + 7.220 \text{ (vers } 19^o).$$

d'où la chaleur de dissolution de l'acide ortho — $6^{cal},942$ (19°).

Chaleur de dissolution du sel de soude $C^6H^4.CH^3.CO^2Na$.

$$3^{gr},6873 \text{ dans } 400^{cc} \text{ d'eau} \quad + 4^{cal},355 \text{ (vers } 20^o).$$

De ces données, on déduit la chaleur de formation :

$$C^6H^4.CO^2H.CH^3 \text{solide} + NaHO \text{solide} = C^6H^4.CH^3.CO^2Na \text{ solide} + H^2O \text{ liqu.} + 12^{cal}805.$$

D'après la chaleur de neutralisation de l'acide dissous, on voit que l'acidité est augmentée par la présence du méthyle dans le voisinage du groupe acide.

Acide méta-toluique.

Chaleur de neutralisation :

$$1^{gr},7034 \text{ d'acide} = 1 \text{ litre} ; \frac{Na^2O}{2} = 4 \text{ litres}.$$

$$C^6H^4.\ CH^3.\ CO^2H \text{ dissous} + \frac{Na^2O}{2} \text{ dissous} \quad + 12^{cal},258 \text{ (vers } 19^o).$$

$$C^6H^4.\ CH^3.\ CO^2H \text{ solide} + \frac{Na^2O}{2} \text{ (8 litres)} \quad + 8.113 \text{ (vers } 19^o).$$

La chaleur de dissolution de l'acide méta — $4^{cal},145$ (19°).

La chaleur de dissolution du sel de soude $C^6H^4.\ CH^3.\ CO^2Na$:

$$4^{gr},147 \text{ dans } 400^{cc} \text{ d'eau} \quad + 2^{cal},329 \text{ (vers } 20^o).$$

On en déduit la chaleur de formation :

$$C^6H^4.CH^3.CO^2H \text{ solide} + NaHO \text{ sol.} = C^6H^4.CH^3.CO^2Na \text{ sol.} + HO^2 \text{ liqu.} + 15^{cal},724.$$

Dans la position méta le méthyle abaisse la chaleur de neutralisation de l'acide dissous ; c'est le contraire que j'ai constaté pour l'hydroxyle des crésols.

Nous arrivons maintenant à un composé assez compliqué, avec deux groupes acides, un méthyle et un hydroxyle ; c'est :

9. *L'acide oxyuvitique* $C^6H^2.CH^3.OH.CO^2H.CO^2H$.

Chaleur de dissolution :

$$\text{Indirectement} \quad - 7^{cal},086 \text{ (vers } 20^o).$$

Chaleur de neutralisation :

$$0^{gr},4145 \text{ d'acide} = 1 \text{ litre} ; \frac{Na^2O}{2} = 2 \text{ litres.}$$

$C^6H^2(CO^2H)^2.OH.CH^3$ dissous $+$ 1er) $\frac{Na^2O}{2}$ dissous $+13^{cal},423$ (vers 21°).

$+$ 2e) $\frac{Na^2O}{2}$ dissous $+9,628$

$+$ 3e) $\frac{Na^2O}{2}$ dissous insensible

$+23^{cal},051$

$C^6H^2(CO^2H)^2.OH.CH^3$ dissous $+ 2\ \frac{Na^2O}{2}$ dissous $+23.107$ (vers 21°).

$+$ 3e) $\frac{Na^2O}{2}$ dissous insensible

$C^6H^2(CO^2H)^2.OH.CH^3$ dissous $+ 3\ \frac{Na^2O}{2}$ dissous $+23.202$ (vers 20°,5).

$$1 \text{ gramme d'acide} = 1 \text{ litre} ; \frac{Na^2O}{2} = 2 \text{ litres.}$$

$C^6H^2(CO^2H)^2.CH^3$ dissous $+$ 1er) $\frac{Na^2O}{2}$ dissous $+13^{cal},389$ (vers 19°).

$+$ 2e) $\frac{Na^2O}{2}$ dissous $+9.688$

On a dissous encore $3^{gr},92$ d'acide dans la soude pour saturer exactement une basicité, et puis, dans le calorimètre, on a ajouté la deuxième molécule de soude :

$C^6H^3.CO^2H.CH^3.OH.CO^2Na$ dissous $+$ 2e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) $+9^{cal},675$ (vers 19°).

On a saturé préalablement $4^{gr},9$ d'acide par la solution de $2\frac{Na^2O}{2}$, et puis on ajoute le troisième $\frac{Na^2O}{2}$:

$C^6H^2(CO^2Na)^2.CH^3.OH$ dissous $+$ 3e) $\frac{Na^2O}{2}$ (2 litres) $+0^{cal},837$ (vers 19°).

Deux autres expériences faites de la même manière ont donné pour le troisième $\frac{Na^2O}{2}$, en moyenne $+0^{cal},838$ (vers 20°).

Nous pouvons admettre comme moyenne :

$C^6H^2(CO^2H)^2.OH.CH^3$ dissous $+$ 1er) $\frac{Na^2O}{2}$ dissous $+13^{cal},406$ (vers 20°).

$+$ 2e) $\frac{Na^2O}{2}$ dissous $+9.663$

$+$ 3e) $\frac{Na^2O}{2}$ dissous $+0.838$

D'après ces chiffres on est presque sûr que les deux groupes acides et l'hydroxyle sont voisins, c'est-à-dire occupent les places [1. 2. 6]. Quant à la position du méthyle, la question pourra être résolue par

l'eau de brome, ou en chauffant l'acide oxyuvitique avec l'acide chlorhydrique. Si dans cette dernière réaction on obtenait le paracrésol, c'est que la formule de notre acide serait :

$$C^6H^2.OH_{(1)}.CO^2H_{(2)}.CO^2H_{(6)}.CH^3{}_{(4)}.$$

Il m'a paru intéressant de poursuivre l'étude thermique des composés à deux noyaux benziniques. Je commence par les deux naphtols isomériques.

10. *Les naphtols* $C^{10}H^7.OH$.

α-Naphtol, $1^{gr},2$ dissous dans 1 litre ; $\frac{Na^2O}{2} = 4$ litres.

$C^{10}H^7.OH$ dissous $+ \frac{Na^2O}{2}$ dissous dégage $+ 6^{cal},200$ (vers 14°).

$C^{10}H^7.OH$ solide $+ \frac{Na^2O}{2}$ (6 litres) $+ 2.629$

On a pour la chaleur de dissolution de α-naphtol — $3^{cal},571$.

β-Naphtol, $0^{gr},9$ dans 1 litre ; $\frac{Na^2O}{2} = 4$ litres.

$C^{10}H^7.OH$ dissous $+ \frac{Na^2O}{2}$ dissous dégage $+ 4^{cal},332$ (vers 21°).

$C^{10}H^7.OH$ solide $+ \frac{Na^2O}{2}$ (6 litres) $+ 2.066$

La chaleur de dissolution — $2^{cal},266$.

Les deux naphtols isomériques se comportent très différemment. La valeur thermique de l'hydroxyle de α-naphtol se rapproche de celle de la pyrocatéchine ; quant au β-naphtol, il n'a pas d'analogue parmi les composés que j'ai étudiés jusqu'à présent.

D'après ce que j'ai dit au commencement de cet article, il est évident que j'avais le plus grand intérêt à me procurer un dérivé de la benzine où les six hydrogènes fussent remplacés par six groupes identiques. C'est sur l'acide mellique que j'ai porté mon choix.

11. *L'acide mellique* $C^6(CO^2H)^6$.

Cet acide est regardé comme un acide tertiaire, dans lequel les six basicités sont fixées uniformément sur les six atomes de carbone. N'étant pas de cet avis, j'étais convaincu que j'arriverais à découvrir thermiquement une différence notable entre les six basicités de cet acide. Voici les résultats qui représentent la moyenne de mes nombreuses expériences.

Chaleur de neutralisation :

Une molécule d'acide dissous dans 16 litres ; $\frac{Na^2O}{2}$ dans 1 litre.

1° $C^6(CO^2H)^6$ dissous	+ 1er) NaHO dégage	+ 15^cal^,040	}	(vers 20°).
	+ 2^e^) NaHO	+ 15 ,516	}	45.850
	+ 3^e^) NaHO	+ 15 ,294	}	
	+ 4^e^) NaHO	+ 13 ,713	}	
	+ 5^e^) NaHO	+ 12 ,793	}	38.384
	+ 6^e^) NaHO	+ 11 ,678	}	
		+ 84^cal^,034		

J'ai opéré encore en saturant d'un seul coup trois basicités, puis toutes les six à la fois.

$$2^\circ\ C^6(CO^2H)^6 \text{ dissous} + 3\,\frac{Na^2O}{2} \text{ dissous} \quad + 45^{cal},798 \text{ (vers } 19^\circ).$$

$$3^\circ\ C^6(CO^2H)^6 \text{ dissous} + 6\,\frac{Na^2O}{2} \text{ dissous} \quad + 83\ ,894 \text{ (vers } 19^\circ).$$

Ces chiffres concordent avec les expériences précédentes.

En saturant l'acide solide par six molécules de soude, on obtient :

4° $C^6(CO^2H)^6$ solide + 6 NaHO dissous + $87^{cal},453$ (vers 20°).

On voit que l'acide, sans fournir un hydrate, dégage de la chaleur en se dissolvant.

Si on agit sur la solution du sel neutre par la solution de l'acide libre, on doit obtenir, d'après les données précédentes :

$$4^{cal}5850 - 3^{cal}8384 = + 7^{cal},466,$$

l'expérience directe a donné :

5° $C^6(CO^2Na)^6$ dissous + $C^6(CO^2H)^6$ dissous + $7^{cal},577$ (vers 17°),

les deux résultats concordent.

Chaleur de dissolution de l'acide :

$C^6(CO^2H)^6$ solide + $900H^2O$ dégage + $3^{cal},603$ (vers 20°).
Indirectement 87.453 — 83.894 = + 3 ,559

Chaleur de dissolution du sel neutre hydraté :

$C^6(CO^2Na)^6.\ 18H^2O$ solide + $2000H^2O$ — $20^{cal},278$ (vers 19°).

Chaleur de dissolution du sel neutre anhydre :

$C^6(CO^2Na)^6$ solide + CO + $21^{cal},798$ (vers 13°).

d'où l'on tire la chaleur d'hydratation du sel neutre :

$C^6(CO^2Na)^6$ solide + $18H^2O$ liquide + $42^{cal},076$.
$C^6(CO^2Na)^6$ solide + $18H^2O$ solide + 16 ,336.

Chaleur de formation du sel de soude :

$C^6(CO^2H)^6$ solide + 6NaHO solide = $C^6(CO^2Na)^6$ solide + $6H^2O$ liquide + $125^{cal},409$.

Je conclus de ces expériences que la représentation de la constitution de l'acide mellique par l'hexagone n'explique pas tous les faits; les six basicités de cet acide ne sont pas identiques.

Les chiffres obtenus pour la chaleur de neutralisation de l'acide mellique dissous, expliquent les faits suivants, bien connus :

Le mellate neutre, chauffé avec un excès d'acide chlorhydrique*, perd une partie de base et donne le sel acide ; le même composé se produit lorsque l'on chauffe un chlorure avec l'acide mellique libre.

MM. GRANDVAL et VALSER

Professeurs à l'École de médecine et de pharmacie de Reims.

SUR LA SPARTÉINE ET SES SELS

— *Séance du 19 août 1886.* —

La spartéine ayant été introduite récemment dans la thérapeutique, l'attention des chimistes a été appelée de nouveau sur ce corps, découvert par Stenhouse et étudié ensuite par Mills.

Ayant eu l'occasion d'en préparer une certaine quantité pour l'usage pharmaceutique, nous avons étudié quelques-uns de ses sels.

Disons d'abord que nous avons trouvé une réaction très nette qui permet de la caractériser, même quand on n'en a qu'une petite quantité, et qui pourrait servir dans les recherches toxicologiques.

Voici la manière d'opérer : dans un verre de montre, on dépose une goutte de sulfhydrate sulfuré d'ammoniaque, puis on introduit dans ce liquide un peu de spartéine ou une parcelle d'un de ses sels. On observe, au bout d'un instant, une coloration rouge orangé persistante.

Sulfates. — La spartéine, en tant que diamine, doit pouvoir donner comme la quinine :

1° Un sulfate basique $(C^{30}H^{26}Az^2)^2, S^2H^2O^8$;

2° Un sulfate neutre $C^{30}H^{26}Az^2, S^2H^2O^8$;

3° Un sulfate suracide $C^{30}H^{26}Az^2, 2S^2H^2O^8$.

Le premier, que nous avons préparé directement en ajoutant à une solution alcoolique de spartéine la quantité d'acide sulfurique correspondante, nous a donné une masse gommeuse incristallisable après évaporation dans l'exsiccateur.

* HCl dissous + NaHO dissous dégage + $13^{cal},784$.

En essayant de précipiter ce sulfate de sa solution alcoolique par une addition d'éther, nous avons obtenu, en effet, un précipité blanc, mais l'analyse nous a montré que nous étions en présence du sulfate *neutre*, tandis que le liquide éthéro-alcoolique avait une réaction alcaline, et conservait moitié de la spartéine libre.

Le sulfate neutre $C^{30}H^{26}Az^2, S^2H^2O^8$, s'obtient facilement en ajoutant à une solution alcoolique de spartéine, la quantité théorique d'acide sulfurique; par évaporation spontanée dans l'exsiccateur, il cristallise en gros cristaux rhomboïdaux retenant huit équivalents d'eau de cristallisation. D'ailleurs, il cristallise aussi bien de sa solution aqueuse. A l'étuve, il s'effleurit facilement et devient pulvérulent; c'est le sulfate médicinal.

Nous avions cherché à le préparer en précipitant une solution éthérée, titrée de spartéine, par une solution alcoolique au cinquième d'acide sulfurique monohydraté, en quantité théoriquement suffisante. Un sulfate s'est en effet déposé sous forme d'une masse blanche, mais nous avons été assez surpris de constater que l'éther avait conservé une forte réaction alcaline. En cherchant à neutraliser dans les mêmes conditions la spartéine restée libre, par une nouvelle addition d'acide sulfurique, nous avons vu qu'il en fallait une quantité exactement égale à la première. Le sulfate, ainsi déposé, est très hygrométrique et s'altère en rougissant quand on essaie de le sécher à l'étuve. L'analyse conduit à la formule $C^{30}H^{26}Az^2, 2S^2H^2O^2$, analogue à celle du sulfate de quinine suracide, étudié par M. Hesse.

Iodhydrate. — Jusqu'à présent, on avait admis, avec M. Mills, que les chlorhydrate, bromhydrate et iodhydrate de spartéine étaient incristallisables.

Nous avons pu préparer un iodhydrate très bien cristallisé, en traitant une solution chaude de sulfate de spartéine à 5 p. 100 par un excès d'iodure de potassium. Par refroidissement et évaporation spontanée dans une étuve à 50 degrés, il s'est déposé des cristaux prismatiques assez volumineux d'iodhydrate basique $C^{30}H^{26}Az^2, HI$.

Que la solution ait une réaction acide, neutre ou alcaline, c'est toujours ce même iodhydrate basique qui prend naissance, contrairement à ce qui se passe pour les sulfates.

Si on reprend ces cristaux par l'eau bouillante, on en obtient, par refroidissement lent et évaporation spontanée, de très volumineux cristaux appartenant au système du prisme droit à base rectangle, et qui peuvent donner les diverses modifications qui dérivent de ce système. En général, ils affectent la forme de catafalques, comme le phosphate ammoniaco-magnésien. Cet iodhydrate est peu soluble dans l'eau, et comme il cristallise très bien, on peut se servir de cette propriété pour

purifier la spartéine. Peut-être aussi pourrait-il rendre à la médecine des services particuliers, les Drs Laborde, Legris et Sée, ayant constaté les bons effets dans les dyspnées cardiaques, du sulfate de spartéine associé à l'iodure de potassium.

Bromhydrate. — Quoique plus soluble, il peut s'obtenir soit directement, soit par double décomposition comme ci-dessus, avec un excès de KBr. Le bromure de baryum, en quantité strictement suffisante, peut aussi être employé en présence du sulfate de spartéine. Le bromhydrate de spartéine cristallise en aiguilles prismatiques et a pour formule : $C^{30}H^{26}Az^{2}$, HBr.

Chlorhydrate. — Le chlorhydrate est beaucoup plus soluble, et peut aussi s'obtenir cristallisé quoique moins facilement; formule analogue.

Il résulte de cette étude que le sulfate neutre est plus stable que les deux autres sulfates, tandis que ce sont les iodhydrate, bromhydrate et chlorhydrate basiques qui seuls peuvent cristalliser. Du reste, ce fait n'est pas spécial à la spartéine, puisque l'on sait que les chlorhydrate et bromhydrate basiques de quinine sont plus stables que les sels neutres correspondants.

M. A. VERNEUIL

A Paris.

SUR LA PRÉPARATION DU SULFURE DE CALCIUM A PHOSPHORESCENCE VIOLETTE

— Séance du 19 août 1886. —

1. Il existe depuis longtemps dans le commerce un sulfure de calcium, remarquable par l'éclat et la durée de sa phosphorescence violette, dont le mode de préparation est demeuré secret jusqu'ici.

L'analyse de ce produit montre immédiatement qu'il est formé de monosulfure de calcium (37 p. 100 environ), de chaux (50 p. 100), de sulfate de chaux (7 p. 100), de carbonate de chaux (5 p. 100) avec des traces de silice, de magnésie et d'alcalis ; d'autre part la présence de tests de foraminifères siliceux qu'on observe quelquefois dans le résidu insoluble dans les acides, indique que c'est une coquille qui fournit la chaux employée.

Le produit de la calcination de la chaux de coquille avec du soufre, dans les conditions les plus diverses, ne différant pas notablement du

phosphore de Canton, je pensai qu'une matière ayant échappé à l'analyse, était la cause de cette phosphorescence remarquable.

En effet, j'observai que lorsqu'on dissout ce corps dans l'acide chlorhydrique très étendu il laisse, mélangée à un léger résidu de sulfate de chaux, une très petite quantité (quelques dix millièmes) d'un précipité brun foncé, formé de sulfure de bismuth. L'expérience démontre que c'est effectivement à une trace d'un composé de ce métal que ce phosphore doit ses propriétés.

Dans l'exposé de ses belles recherches sur la phosphorescence, M. E. Becquerel a donné les procédés qui permettent d'obtenir les sulfures alcalins terreux présentant des couleurs et un éclat variables ; M. Becquerel a montré, dans quelques cas, le rôle que peuvent jouer certaines matières étrangères dans les résultats obtenus, et c'est en prenant pour guide ses mémoires devenus classiques que je suis parvenu à préparer à coup sûr, le sulfure de calcium à phosphorescence violette, qui est certainement, après la blende de M. Sidot, la plus belle matière phosphorescente connue.

Voici le procédé qui m'a donné le meilleur résultat :

20 grammes de chaux provenant de la calcination d'un calcaire dense, comme celle que fournit au rouge vif la coquille très dure de l'*Hypopus vulgaris,* communément appelée bénitier, sont finement pulvérisés, puis mélangés intimement avec 6 grammes de soufre en canon et 2 grammes d'amidon*; ce mélange est ensuite additionné de 8 centimètres cubes, ajoutés goutte à goutte, d'une dissolution contenant $0^{gr},050$ de sous-nitrate de bismuth, 100 centimètres cubes d'alcool absolu et quelques gouttes d'acide chlorhydrique. On obtient ainsi une répartition convenable du sel de bismuth dans la matière primitive. Lorsque la majeure partie de l'alcool est évaporée, ce qui a lieu après une demi-heure d'exposition du mélange à l'air, on le chauffe dans un creuset couvert pendant vingt minutes au rouge-cerise clair. Cette température est obtenue facilement à l'aide du charbon de bois ou mieux dans un fourneau à gaz Perrot.

Après le refroidissement complet du creuset, on doit enlever la mince couche de plâtre qui recouvre le culot obtenu ; finalement, après pulvérisation, on calcine une seconde fois à la même température pendant un quart d'heure.

Si l'on n'a pas trop chauffé, le produit obtenu est formé de petits grains à peine agglomérés, se séparant facilement sous une légère pression ; on doit éviter une nouvelle pulvérisation qui diminuerait notablement la phosphorescence.

* Cette matière organique a pour but d'empêcher la formation d'une trop grande quantité de sulfate de chaux.

2. J'ai recherché l'action que quelques autres sels métalliques exercent dans les mêmes conditions sur la teinte verte de phosphorescence qui est celle qu'on obtient avec la chaux de coquille employée seule. J'ai trouvé qu'elle n'était pas beaucoup modifiée par l'adjonction d'un millième des sulfures d'antimoine, de cadmium, de mercure, d'étain, de cuivre, de platine, d'uranium, de zinc et de molybdène, lesquels communiquent au produit une couleur de phosphorescence qui varie du vert-jaune au vert bleuâtre, mais ne semblent pas, à cette dose, augmenter sensiblement l'éclat de la lumière émise après l'insolation.

L'addition des sulfures de cobalt, de nickel, de fer et d'argent, diminue très sensiblement la phosphorescence, enfin le manganèse produit la nuance orangée déjà signalée par M. Becquerel.

3. La quantité de sel métallique ajouté exerce sur le phénomène de la phosphorescence une influence considérable ; pour la montrer, je rapporterai les faits observés avec l'acétate de plomb employé en solution alcoolique, légèrement acétique.

Chaux d'hypopus 100 ; soufre 30 ; amidon 10 ; acétate de plomb 0,035 ; très belle phosphorescence vert jaunâtre.

Avec 0,400 d'acétate pour les quantités précédentes, la couleur verte disparaît, la phosphorescence devient blanc jaunâtre et diminue beaucoup.

Avec 1,60 la teinte jaune s'accentue.

Avec 3,50 la lumière émise est d'une couleur orangée rappelant celle obtenue avec le manganèse.

A partir de cette quantité d'acétate de plomb, le produit prend une teinte grise et sa phosphorescence disparaît.

4. Le sulfate de calcium obtenu par la réduction au rouge vif du sulfate de chaux par l'hydrogène, ne possède pas de phosphorescence d'une durée notable, mais une température trop élevée ou trop longtemps soutenue, pouvant faire disparaître toute trace de phosphorescence dans ces produits, j'ai préparé par la calcination du plâtre pur avec la quantité nécessaire d'amidon, sans dépasser le cerise clair, pendant 20 minutes, un sulfure de calcium dont la phosphorescence, à peine sensible, était probablement due aux traces de sulfate de chaux qu'il contenait.

Ces faits indiquent que le sulfure de calcium est dépourvu de phosphorescence de notable durée ; ils expliquent la faible phosphorescence des produits obtenus avec la chaux pure et permettent d'attribuer aux petites quantités de silice, de magnésie et d'alcalis contenues dans les coquilles un rôle très important dans le développement du phénomène de la phosphorescence.

L'influence de très petites quantités de corps agissant comme tels est mise en évidence par les expériences suivantes :

La matière obtenue par la calcination du mélange de carbonate de strontiane (100 p.), de soufre (30 p.), d'acide arsénieux (5 p.) possède une vive phosphorescence bleu verdâtre, lorsque le carbonate a été préparé avec le chlorure de strontium et le carbonate d'ammoniaque à l'ébullition ; mais cette phosphorescence est jaune-vert très vif si le carbonate de strontiane a été produit à l'aide du chlorure de strontium et du bicarbonate de soude.

Cette différence est due à la trace de sel alcalin retenu, malgré un lavage soigné, par le carbonate alcalino-terreux, car si l'on incorpore (par dissolution de dessiccation) $\frac{2}{1000}$ de carbonate de soude au carbonate préparé à l'aide du sel ammoniacal, il donne après traitement par le soufre et l'acide arsénieux un sulfure semblable à celui obtenu à l'aide du carbonate de strontiane préparé par le sel de soude.

J'ai remarqué que les substances qui communiquent au produit complexe qu'on appelle le sulfure de calcium phosphorescent, la propriété de se fritter légèrement sous l'action du feu augmentent en général la phosphorescence.

En résumé, ce travail montre l'influence que les corps étrangers, même à des doses très minimes, peuvent exercer dans le développement de la phosphorescence des sulfures alcalino-terreux.

M. A. VERNEUIL

A Paris.

ACTION DU CHLORE SUR LE SÉLÉNIOCYANATE DE POTASSIUM

— *Séance du 19 août 1886.* —

1. D'après MM. Kypke et Neger (*Ann. der Chem. u. Phar., n. serie*, t. XXXIX, p. 207), le précipité rouge obtenu lorsqu'on dirige un courant de chlore dans une dissolution de séléniocyanate de potassium est du perséléniocyanogène, tandis que la substance jaune produite par l'action d'un excès de chlore sur cette matière rouge est de l'acide perséléniocyanique.

Ces composés n'ayant pas été analysés, j'ai repris l'étude de cette réaction et mes expériences montrent que l'analogie supposée par

MM. Kypke et Neger entre les sulfocyanates alcalins et les séléniocyanates correspondants ne se poursuit pas.

Pour éviter la décomposition des produits engendrés dans l'action du chlore sur le séléniocyanate alcalin, il convient de faire arriver à la surface de sa dissolution à 10 p. 100 un courant d'air chargé d'une petite quantité de ce métalloïde, par son passage à travers de l'eau de chlore faible. Le précipité cristallin rouge qui est d'abord formé, se transforme peu à peu en une substance jaune qu'on purifie, après dessiccation à froid, par une cristallisation dans le chloroforme bouillant.

Les paillettes jaune d'or ainsi obtenues répondent à la formule C^2AzSe^3 et non à celle de l'acide perséléniocyanique $C^4Az^2H^2Se^6$.

	Trouvé.	Calculé pour C^2AzSe^3.
C	8.15	8.30
Az.	10.06	9.69
Se.	81.84	82.00

L'eau décompose lentement à froid, mais immédiatement à l'ébullition, ce triséléniure de cyanogène, en acide cyanhydrique, acide sélénieux et sélénium d'après l'équation :

$$2\,C^2AzSe^3 + H^2O^2 = 2\,C^2AzH + SeO^2 + 5\,Se.$$

La majeure partie du sélénium et l'acide cyanhydrique ainsi formés proviennent de la décomposition, par l'acide sélénieux, de l'acide séléniocyanique d'abord engendré ; car si l'on produit cette réaction en présence d'un léger excès de carbonate de chaux, elle répond à l'égalité :

$$2\,C^2AzSe^3 + 3\,CaO,\ CO^2 = 2\,C^2AzCaSe^2 + CaO,\ SeO^2 + Se + 3\,CO^2$$

laquelle permet d'envisager le triséléniure de cyanogène comme un séléniocyanate dans lequel le sélénium remplace le métal ; j'ai donné le nom de séléniocyanate de sélénium à ce produit pour rappeler cette constitution.

2. Maintenu à la température de 108° dans le vide, le séléniocyanate de sélénium fournit un sublimé bien cristallisé, qu'on purifie complètement par une seconde sublimation dans le vide et qui répond alors exactement à la formule du monoséléniure de cyanogène ou anhydride séléniocyanique :

	Trouvé.	Calculé pour C^2AzSe.
C	18.25	18.32
Az.	21.32	21.37
Se.	59.32	60.30

L'eau bouillante le décompose rapidement ainsi :

$$2\,C^2AzSe + H^2O^2 = 2\,C^2AzH + SeO^2 + Se.$$

Mais si l'on abandonne à la température ordinaire une dissolution aqueuse saturée de monoséléniure de cyanogène, il ne se précipite pas de sélénium et la décomposition est beaucoup plus complexe : en même temps qu'il se dégage de l'acide carbonique, il se forme un précipité bien cristallisé de séléniocyanate de sélénium et le liquide retient en dissolution du séléniocyanate d'ammonium, du cyanhydrate d'ammonium, de l'acide sélénieux et de l'acide cyanhydrique.

La formation de ces divers produits s'explique facilement par les équations suivantes :

$$3\,C^2AzSe + 2\,H^2O^2 = C^2AzSe^3 + C^2Az\;AzH^4 + 2\,CO^2$$
$$2\,C^2AzSe + 2\,H^2O^2 = C^2Az\;AzH^4Se^2 + 2\,CO^2$$
$$5\,C^2AzSe + 2\,H^2O^2 = C^2AzSe^3 + 4\,C^2AzH + 2SeO^2.$$

3. J'ai considéré le produit ultime de l'action du chlore sur le séléniocyanate de potassium comme du séléniocyanate de sélénium ; d'après cela on devait prévoir la formation d'une combinaison de ces deux produits, les sels doubles analogues étant très nombreux dans la série parallèle du soufre.

L'expérience confirme cette prévision, car le composé rouge formé en premier lieu dans l'action du chlore sur le séléniocyanate de potassium répond en effet à la combinaison de 2 équivalents de séléniocyanate de sélénium avec un équivalent de séléniocyanate de potassium, plus une molécule d'eau : $C^6Az^3KSe^8H^2O^2$.

	Trouvé.	Calculé.
C.	7.91	7.96
Az	9.98	9.29
K.	8.69	8.62
Se	70.29	70.13
HO.	3.01	3.98

De fait on obtient immédiatement ce séléniocyanate double de sélénium et de potassium lorsqu'on ajoute à la dissolution du séléniocyanate de sélénium dans le chloroforme la quantité calculée de séléniocyanate de potassium dissoute dans l'alcool à 90°.

4. La solution alcoolique de séléniocyanate double de sélénium et de potassium se décompose assez rapidement à la température ordinaire, en déposant du sélénium ; par l'évaporation on obtient la combinaison $C^6Az^3KSe^6$ qui représente le séléniocyanate double primitif dans lequel un équivalent de séléniocyanate de sélénium est remplacé par un équivalent de monoséléniure de cyanogène.

On obtient la combinaison ammoniacale correspondante :

$$C^2AzSe^3,\; C^2AzSe,\; C^2Az\;AzH^4Se^2$$

lorsquon fait agir, pendant plusieurs heures, l'éther humide sur le séléniocyanate de sélénium à la température de l'ébullition ; ce produit

se scinde d'abord en sélénium et anhydride séléniocyanique et celui-ci sous l'influence de l'eau se transformant en séléniocyanate d'ammonium, ainsi qu'on l'a dit précédemment, les composés nécessaires à la formation de cette molécule triple se trouvent en présence et s'unissent.

5. En résumé, l'action ménagée du chlore sur le séléniocyanate de potassium en dissolution est exprimée par l'équation :

$$8\,C^2AzKSe^2 + 7\,Cl + 3\,HO = 5\,C^2AzSe^3 + SeO^2KO + 3\,C^2AzH + 7\,KCl.$$

La réaction secondaire la plus importante qui l'accompagne est celle qui donne naissance en même temps à une petite quantité de monoséléniure de cyanogène suivant l'égalité :

$$2\,C^2AzKSe^2 + 2\,Cl = C^2AzSe^3 + C^2AzSe + 2\,KCl$$

On peut extraire après la réaction le monoséléniure formé en agitant le liquide avec de l'éther.

6. Le brome et l'iode agissent d'une manière analogue sur le séléniocyanate de potassium et il n'y a rien d'intéressant à noter sur la manière dont se comportent les mêmes métalloïdes sur les autres séléniocyanates alcalins.

M. LORIN

Préparateur à l'École centrale des arts et manufactures, à Paris.

SUR LE CARBONATE DE MÉTHYLE

— *Séance du 19 août 1886.* —

1. Les Traités ne font pas mention du carbonate méthylique. Gerhardt indique * qu'on l'obtiendrait probablement par les mêmes procédés que son homologue immédiat. Cette prévision se trouvait déjà justifiée, si l'on remarque que M. Chancel avait préparé le carbonate mixte de méthyle et d'éthyle, comme application d'une méthode qui lui est propre pour une nouvelle classe d'éthers **.

Il n'était donc pas douteux que le carbonate de méthyle ne pût prendre naissance, par exemple, par l'action du sodium sur l'oxalate de méthyle, et par la réaction, également classique, de l'iodure méthylique sur le carbonate d'argent. Voici les faits que j'ai constatés, ne m'étant

* Tome I, page 163.
** *Annales*. 1852.

occupé, jusqu'à présent, que de ces deux seuls modes de génération du carbonate de méthyle.

2. Pour être sûr de l'existence de ce corps, on a traité à l'exemple de Wurtz (alcool butylique) poids égaux de carbonate d'argent et d'iodure méthylique, dans des matras scellés. Après chauffage au bain-marie, les matras, soumis à un mélange réfrigérant, ont été ouverts et n'ont produit qu'une faible détonation. En chauffant ensuite, on a pu recueillir les liquides dans une petite cornue. La distillation a fourni deux liquides, l'un de 52 à 88 degrés, l'autre vers 90 degrés : le premier liquide contenait 11, le deuxième 32 p. 100 de carbonate de méthyle. L'existence de ce corps étant certaine, on s'est occupé de le produire en plus grande quantité et à un état de pureté relatif.

3. On a pensé trouver un mode de préparation en appliquant le procédé classique et original d'Ettling. On sait qu'en traitant l'oxalate d'éthyle par le sodium, on obtient le carbonate d'éthyle. Gerhardt indique la formule

$$2\left[C^4H^2O^8(C^4H^4)^2\right] + 2\,Na = C^2O^4H^2O^2(C^4H^4)^2 + 2(C^4H^5NaO^2) + 3(C^2O^2)$$

qui n'est qu'une équivalence qualitative, car dans une opération j'ai obtenu la quantité théorique de carbonate d'éthyle, 125 grammes pour 312 grammes d'éther oxalique, en n'employant que 19 grammes de sodium, quantité qui, peut-être, est encore trop forte.

4. Quoi qu'il en soit, on a traité par le sodium l'oxalate de méthyle, maintenu en fusion, le sodium étant introduit par petits fragments, et le liquide résultant étant condensé. L'oxalate méthylique entraîné a été séparé du liquide, par l'action du froid. Un traitement du liquide restant, par le chlorure de calcium, a séparé l'alcool méthylique qui y existait en proportion très notable. Après refroidissement et repos, on a décanté la portion surnageante, et mis à égoutter le résidu ; on a eu ainsi un liquide et un produit solide.

Ce liquide a été soumis à des distillations successives, jusqu'à ce que le produit du récipient n'indique plus la présence de l'éther méthyl-oxalique, par la production de l'oxamide en faisant agir l'ammoniaque aqueuse. Puis, par des distillations fractionnées, on a fini par avoir un liquide contenant 95 p. 100 de carbonate méthylique, qu'on a jugé suffisamment pur, au moins dans cette première recherche, pour en indiquer quelques propriétés caractéristiques.

Par des opérations analogues, le produit solide a fourni une proportion notable d'alcool méthylique et une petite quantité de carbonate de méthyle.

5. Ce corps est un liquide mobile, doué d'une odeur éthérée faible et spéciale, d'une densité un peu supérieure à celle de l'eau. Il brûle

avec une flamme bleuâtre. Son point d'ébullition paraît situé vers 88°-90° degrés. Il est de suite décomposé par une solution de baryte, comme les autres carbonates alcooliques de la série grasse. En tenant compte de la présence de 5 p. 100 environ d'alcool méthylique, la densité de vapeur s'est trouvée égale à 3,1. La théorie assigne 3,1 pour la formule $C^2O^4H^2O^2$ (C^2H^2)*.

6. J'indique, pour terminer, un fait qui s'est présenté plusieurs fois, pendant la distillation des liquides. En opérant, par exemple, dans une cornue, et la distillation commençant à 120 degrés, le thermomètre s'est aussitôt abaissé à 106 degrés. Lorsque le réservoir du thermomètre venait de toucher le liquide, l'abaissement de température se montrait spontané et plus considérable. H. Kopp a indiqué (*Annalen* 1845) dans le point d'ébullition du formiate d'amyle, des oscillations qui étaient, peut-être aussi, un phénomène analogue.

Cette étude sur le carbonate de méthyle sera continuée.

M. Alphonse COMBES

A Paris.

SUR LE PENTAPHÉNYL ETHANE

— *Séance du 19 août 1886.* —

J'ai précédemment montré, qu'en faisant réagir le chloral et la benzine en présence du chlorure d'aluminium, on peut obtenir un aldéhyde aromatique, renfermant un seul phényle substitué à un atome de chlore : $C^6H^5CCl^2—CHO$. J'ai également observé que si l'on veut pousser la réaction plus loin et substituer plusieurs noyaux benzéniques, le groupe aldéhydique est alors attaqué et qu'on obtient des corps exempts d'oxygène, comme cela arrive quand on fait réagir la benzine et le chloral en présence d'acide sulfurique. Le produit ultime de la réaction du chloral sur la benzine, en présence du chlorure d'aluminium est un

* Les données, pour la détermination de cette caractéristique, par le procédé Dumas, ont été les suivantes :
Poids du ballon plein d'air, $45^{gr},505$.
Température au moment de la pesée, 14 degrés.
Pression atmosphérique à $10°5 = 759^{mm},25$.
Température du bain, 140 degrés.
Poids du ballon fermé, $45^{g},855$.
Pression atmosphérique au moment de la fermeture du ballon, $757^{mm},25$. (Le ballon était coudé pour recueillir la plus grande partie de la vapeur du carbonate de méthyle.)
Volume du ballon à $14° = 281^{cc}$.
Coefficient de dilatation du verre entre 0° et 150, $K = 0,0000284$.

hydrocarbure, le pentaphényl éthane. Voici comment j'ai pu en obtenir d'assez grandes quantités. On part non pas du chloral, mais du chloral monosubstitué que l'on mélange à quatre fois son poids de benzine. On chauffe au bain-marie à 70°-80°, et on ajoute du chlorure d'aluminium par petites portions, l'opération doit être prolongée pendant plusieurs heures. On traite alors par un grand excès d'eau, on sépare par filtration une masse solide, brune, qu'on épuise par l'alcool bouillant. On obtient ainsi de très fines aiguilles presque incolores qu'on purifie par dissolution dans la benzine bouillante, qui laisse par refroidissement déposer de petits cristaux transparents.

Le corps ainsi obtenu fond à 204°-205°. Il ne peut se distiller sans décomposition et sa densité de vapeur n'a pu être prise même dans la vapeur de soufre. Il est presque insoluble dans l'alcool, l'éther et la benzine froids.

Facilement soluble dans le chloroforme.

C'est un hydrocarbure, l'analyse donne en effet :

		le pentaphényl éthane.		
C	93.38	$C(C^6H^5)^3 - CH(C^6H^5)^2$	C	93.55
H	6.49	$C^{32}H^{26}$	H	6.45

J'ai essayé d'oxyder ce composé pensant qu'il devait donner un alcool tertiaire ; c'est ce qui a lieu effectivement. L'oxydation a été faite en solution acétique par l'acide chromique. On obtient un corps qui cristallise en très beaux prismes de sa solution alcoolique ou éthérée, il est très facilement soluble dans l'un et l'autre de ces réactifs. Son point de fusion est 67° et son analyse conduit à la formule :

$$(C^6H^5)^3C.\ COH(C^6H^5)^2.$$

M. Alphonse COMBES

A Paris.

SUR DE NOUVEAUX COMPOSÉS ORGANO-MÉTALLIQUES ET SUR LA CONDENSATION DES RADICAUX ACIDES

— Séance du 19 août 1886. —

En étudiant la réaction de la benzine sur le chloral en présence du chlorure d'aluminium, j'avais observé que ce dernier paraît réagir sur le chloral seul, de même que sur un certain nombre d'autres corps renfermant un oxygène aldéhydique.

Je me suis proposé d'étudier cette action, et je suis arrivé ainsi à découvrir une réaction nouvelle, qui me paraît devoir fournir un certain nombre de composés intéressants. Je suis naturellement parti du chloral, qui m'avait le premier permis d'observer les faits qui m'occupent. Si dans du chloral anhydre on ajoute par petites portions du chlorure d'aluminium, en chauffant légèrement au bain-marie, on observe un dégagement considérable d'acide chlorhydrique ; à mesure que le chlorure d'aluminium se dissout, le mélange devient pâteux et finalement se solidifie complètement. Si on ajoute de l'eau à ce moment-là, on obtient une huile transparente plus lourde que l'eau, qui fournit à la distillation deux liquides, l'un bouillant à 239°-240°, l'autre à 154° environ. L'étude de ces composés est délicate, tant à cause de la difficulté qu'il y a à les séparer l'un de l'autre, malgré la grande différence des points d'ébullition, qu'à cause de la facilité avec laquelle ils se polymérisent. Pour simplifier la réaction et rendre l'étude de ces produits plus commode, j'ai essayé de partir du chlorure d'acétyle. La réaction s'accomplit avec la plus grande régularité, le chlorure d'aluminium se dissout avec dégagement d'acide chlorhydrique, puis la masse se solidifie ; pour amener la réaction à être complète, j'ai dilué le chlorure d'acétyle dans une grande quantité de chloroforme sec. On voit alors quand dans ce mélange, chauffé vers 60° au bain-marie, on ajoute de petites quantités de chlorure d'aluminium, se déposer sur les parois un composé cristallin.

On continue la réaction jusqu'à ce que l'addition d'une nouvelle quantité de chlorure d'aluminium ne provoque plus de dégagement d'acide chlorhydrique. On chauffe alors légèrement, en faisant passer un courant rapide d'acide carbonique sec, tout le chloroforme distille, et il reste dans le ballon où s'est faite l'opération, une matière blanche à structure nettement cristalline. Ce corps s'altère très rapidement à l'air en absorbant la vapeur d'eau et dégageant de l'acide chlorhydrique.

La réaction s'est accomplie entre une partie en poids de chlorure d'aluminium et deux de chlorure d'acétyle, c'est-à-dire 1 molécule du premier pour 6 du second. L'analyse de ce composé conduit à la formule $(C^2H^2O)^6Al^2Cl^6 + 2HCl$ soit : $C^{12}H^{14}O^6Al^2Cl^8$ dont la formation s'explique par l'équation suivante :

$$6(C^2H^3OCl) + Al^2Cl^6 = C^{12}H^{14}O^6Al^2Cl^8 + 4HCl.$$

On trouve en effet, par l'analyse, 24,11 p. 100 de carbone, au lieu de 24,38 et 2,05 p. 100 d'hydrogène au lieu de 2,30.

Il est difficile de préparer ce composé complètement pur, le chlorure d'aluminium renfermant presque toujours de l'alumine, aussi trouve-t-on toujours un léger excès d'alumine et de chlore dans les analyses.

La réaction que je viens d'exposer, et qui s'accomplit entre les quantités théoriques indiquées, pour fournir la quantité exactement théorique du composé, ne s'applique pas seulement au chlorure d'acétyle; je crois pouvoir la considérer comme parfaitement générale; je l'ai en effet essayée sur les chlorures de propionyle, butyryle, succinyle, dans la série grasse, de benzoyle dans la série aromatique; j'ai déjà dit qu'avec le chloral on obtient un composé solide absolument analogue à celui que donne le chlorure d'acétyle. Avec les autres chlorures gras, bien que la réaction soit régulière, je n'ai pu encore obtenir à l'état de liberté les composés organométalliques qui se forment; ils paraissent être liquides, mais quand on les détruit par l'eau, on obtient des produits analogues à ceux que donne le chlorure d'acétyle, et sur lesquels je vais revenir dans un instant. Le chlorure de benzoyle donne, lui, directement un composé organométallique, cristallisé en longues aiguilles, quand on le traite par la quantité théorique de chlorure d'aluminium. Les composés dont je viens de parler sont tous détruits par la chaleur; cependant celui qui fournit le chloral fond sans décomposition, celui qui provient du chlorure d'acétyle, fond vers 135°, en perdant de l'acide chlorhydrique, et se charbonne presque immédiatement.

Tous ces corps sont détruits immédiatement par l'eau, qui réagit sur eux avec une extrême violence. Les produits de la réaction sont tous exempts de chlore, et tous liquides. Je vais parler d'abord de ceux qui dérivent du chlorure d'acétyle. Ils sont au nombre de deux, qui se produisent l'un ou l'autre, suivant les conditions dans lesquelles on opère la destruction du composé organométallique.

Le premier bout, à 140°-141°.

Le second bout à 205°-208°.

On les obtient en épuisant par le chloroforme la solution aqueuse provenant de la destruction du composé solide.

La densité de vapeur assigne au premier une formule en C^5O^2 et au second une formule en C^7O^3; je me contenterai de décrire les principales propriétés de ces corps, leur étude n'étant pas encore suffisamment avancée pour me permettre de fixer leur constitution, non plus que le rôle des différents atomes d'oxygène qu'ils renferment.

Le premier de ces corps semble répondre à la formule $C^5H^8O^2$, qu'il est difficile de justifier et que je ne donne que sous toutes réserves, l'étude des dérivés de ce composé me permettra sans doute bientôt de fixer sa formule exacte.

Ce corps possède un pouvoir réducteur peu énergique et n'agit pas à froid sur le nitrate d'argent ammoniacal; il s'unit à l'ammoniaque à la façon de l'aldéhyde pour donner un corps solide peu stable, mais qui,

combiné à l'acide chlorhydrique, fournit avec le chlorure de platine un chloroplatinate parfaitement cristallisé. L'ensemble de ces faits semble indiquer la présence d'un oxygène acétonique.

Action du sodium. — Quand on traite ce composé par le sodium, il y a dégagement rapide d'hydrogène et formation d'un composé solide blanc insoluble dans l'éther; l'eau détruit ce composé sans régénérer le corps primitif, et, contrairement à ce qui arrive pour les alcools, on ne peut séparer le liquide régénéré de la solution aqueuse qui le contient par le carbonate de potasse.

Action du brome. — Quand on traite par le brome, il semble d'abord y avoir dissolution sans dégagement d'acide bromhydrique, puis la réaction devient extrêmement vive et il se dégage une grande quantité d'acide bromhydrique; on obtient ainsi un composé bromé solide, cristallisé en beaux cristaux transparents, qui fondent vers 64°-65°.

Le composé bouillant à 205° se comporte tout autrement; il ne possède plus le pouvoir réducteur du précédent, il ne se combine plus avec l'ammoniaque; sa formule paraît être $C^7H^{10}O^3$, et l'ensemble de ses réactions sont celles d'un alcool. Il fournit, avec le chlorure d'acétyle, un éther insoluble dans l'eau, avec le sodium un alcoolate que l'eau détruit; mais l'alcool régénéré est facilement séparé de sa solution par le carbonate de potasse. Le brome s'unit avec une extrême énergie à ce composé, avec dégagement d'acide bromhydrique; le produit résultant est liquide.

L'étude de cet ensemble de réactions, qui m'occupe actuellement, n'est pas suffisamment avancée pour me permettre de préciser davantage; je tiens seulement à mettre en évidence le fait de l'existence d'une série de composés organométalliques nouveaux, dont la décomposition par l'eau fournit des produits de condensation des radicaux des acides d'où l'on est parti. Cette réaction, comme je l'ai déjà dit, est générale; le chlorure de propionyle m'a fourni des corps tout à fait semblables et dont le point d'ébullition s'élève jusque vers 300°.

Les produits que l'on obtient avec le chloral, et qui sont les premiers que j'ai obtenus, sont tout à fait analogues à ceux que donne le chlorure d'acétyle, seulement les hydrogènes sont remplacés par des atomes de chlore, le corps bouillant à 210° répond à la formule $C^6Cl^6O^3 + 2HCl$.

L'analyse donne en effet H °/₀ 0,81, C °/₀ 23,21.

La théorie demande 0,65 C °/₀ 23,55.

Je n'ai pu encore réussir à hydrogéner complètement ce composé sans en détruire la molécule.

M. HANRIOT

Agrégé à la Faculté de médecine, à Paris.

SUR L'ANÉMONINE

— *Séance du 19 août 1886.* —

L'anémonine est une substance neutre, non azotée, qui fut découverte par Heyer. Cette substance fut étudiée successivement par Vauquelin et Robert, par Lövig et Veidmann et enfin par Fehling. Depuis cette époque aucun travail n'a été publié sur l'anémonine.

On l'obtient en soumettant à la distillation, avec de l'eau, les parties vertes des différentes anémones (*Anemone pulsatilla, nemorosa, portensis*). Les eaux distillées laissent déposer, au bout d'un temps assez long, une substance cristalline que l'on purifie en la dissolvant à plusieurs reprises dans de l'alcool absolu.

Cette préparation paraît assez délicate et fort longue. Les eaux distillées provenant de 300 kilogrammes d'*Anemone pulsatilla* laissent à peine déposer au bout de quatre mois quelques cristaux d'anémonine. Au bout de 10 mois la quantité recueillie n'est encore que de 27 grammes. Celle qui fait l'objet de la présente note a été préparée vers 1860 par Dessaignes. Il m'a été impossible de retrouver dans ses notes de laboratoire des indications sur cette préparation.

L'anémonine brute a été purifiée par distillation dans l'alcool bouillant. Elle laisse un résidu, complètement insoluble dans tous les dissolvants neutres, soluble en jaune dans la potasse, comme l'anémonine elle-même. L'analyse de ce produit n'est pas encore terminée, à cause des difficultés que présente sa purification.

La partie soluble dans l'alcool, soumise de nouveau à une cristallisation dans la benzine, a laissé de belles aiguilles brillantes, qui ont donné à l'analyse les chiffres suivants :

$$C = 62{,}31$$
$$H = 4{,}35$$

qui concordent assez bien avec la formule $C^{15}H^{12}O^{6}$ qui exigerait :

$$C = 62{,}50$$
$$H = 4{,}17$$

Cette anémonine se détruit dès qu'on la chauffe au-dessus de 100° en donnant un charbon volumineux, tandis qu'il distille une huile baignée de cristaux d'anémonine entraînés. Cette huile est un produit al-

déhydique et non saturé. Elle m'a fourni à l'analyse des nombres se rapprochant de la composition de l'aldéhyde angélique. Elle pique très fortement les yeux et se décompose en partie à la distillation.

L'action de l'acide iodhydrique et de la poudre de zinc ne m'a fourni que des résultats très incomplets, la majeure partie de la substance étant décomposée par la température élevée qu'il faut employer. On obtient une très petite quantité d'un hydrocarbure qui a donné à l'analyse :

$$C = 89{,}97$$
$$H = 10{,}17$$

Nombres qui conduisent, pour cet hydrocarbure, à une formule voisine du xylène. J'espère pouvoir obtenir une plus grande quantité de ce corps par une voie détournée, que j'indiquerai plus loin.

L'anémonine se dissout facilement dans l'anhydride acétique et donne des cristaux d'une mono-acétine. Cependant le trichlorure et le perchlorure de phosphore ne réagissent pas sur elle, ou du moins, il m'a été impossible d'isoler ce composé chloré défini.

Le brome se fixe très facilement sur l'anémonine en solution chloroformique. On laisse évaporer la solution à froid et à l'air libre ; on reprend le résidu par l'éther, qui dissout une matière huileuse, puis on fait cristalliser le résidu dans la benzine bouillante. Ce corps a la composition d'un tétrabromure $C^{15}H^{12}O^{6}Br^{4}$

	Trouvé.	Calculé.
C	30,59	29,78
H	2,29	1,48
Br.	52,48	52,96

Ce tétrabromure se dissout facilement dans l'alcool ; il se décompose avant de fondre. L'action du brome fournit en outre une petite quantité d'une matière huileuse qui donne du bromoforme quand on la traite par la potasse.

Une solution de tétrabromure d'anémonine dans l'acide chlorhydrique et l'alcool, additionnés de zinc en morceaux, fixe rapidement de l'hydrogène. On distille dans le vide la majeure partie de l'alcool, puis on épuise par le chloroforme. Celui-ci laisse, après évaporation, une huile qui ne tarde pas à se prendre en cristaux. On les essore et les purifie par cristallisation dans le pétrole bouillant. Ils ne renferment plus de brome et correspondent peut-être à une octo-hydroanémonine.

	Trouvé.	$C^{15}H^{20}O^{6}, H^{2}O$.
C	56,50	57,32
H	7,00	7,04

Cette substance est beaucoup plus stable que l'anémonine. Elle fond à 92° et bout à 210°-212°, à la pression de 1 centimètre. Elle peut même être distillée sans altération à la pression ordinaire. Aussi sa

densité de vapeur et l'étude des réactifs sur cette substance éclaireront-elles l'histoire de l'anémonine.

L'anémonine est donc probablement un dérivé de la benzine deux fois non saturé, et deux fois aldéhyde, puisqu'elle peut fixer Br^4 ou H^8. On conçoit dès lors son peu de stabilité. Enfin, l'étude de ses produits d'hydratation, déjà entrevus par Fehling, et que je décrirai prochainement, permet d'admettre qu'elle renferme le groupe $\begin{matrix} CO \\ CO \end{matrix}\!\!>O$ des anhydrides d'acides diatomiques.

M. HANRIOT

Agrégé de la Faculté de médecine de Paris.

SUR L'EAU OXYGÉNÉE

— Séance du 19 août 1886. —

J'ai fait connaître il y a deux ans un procédé de préparation rapide d'eau oxygénée concentrée en partant de l'eau industrielle. Sans y revenir, je rappelle seulement qu'il consiste à évaporer au bain-marie, ou mieux à distiller dans le vide, avec certaines précautions, l'eau oxygénée commerciale, débarrassée avec soin de fer et acidulée légèrement. On obtient ainsi en peu de temps une eau oxygénée, dégageant jusqu'à 250 fois son volume d'oxygène.

J'ai étudié l'action de cette eau oxygénée concentrée sur les substances organiques en présence d'un grand excès d'acide sulfurique.

Benzine. La benzine est dissoute dans trois fois son poids d'acide sulfurique ordinaire et l'on y ajoute peu à peu, et en refroidissant, deux fois son volume d'eau oxygénée à 100 vol. La réaction est très vive. On laisse quelques heures en contact, puis on distille. Le liquide distillé est épuisé par l'éther, qui laisse par évaporation du phénol, qui a été caractérisé par son analyse, sa transformation en tribromophénol et en acide picrique.

Toluène. Le toluène, traité comme nous venons de l'indiquer pour la benzine, a fourni du crésylol, sans qu'il soit possible d'y déceler trace d'acide benzoïque. L'eau oxygénée en présence d'acide sulfurique aurait donc, à l'inverse des autres oxydants, la propriété de porter son action exclusivement sur le noyau benzénique et non sur les chaînes latérales.

Phénol. L'action de l'eau oxygénée sur la benzine fournit un faible

rendement en phénol ; il se produit en même temps des matières brunes qui sont des produits de condensation et d'oxydation du phénol d'abord produit. On les obtient plus facilement en partant du phénol lui-même. Après l'action de l'eau oxygénée et distillation dans la vapeur d'eau, on épuise la solution sulfurique par l'éther, qui abandonne des cristaux fusibles à 107°, qui m'ont donné à l'analyse :

$$C = 41,40$$
$$H = 3,17$$

nombres qui s'accordent bien avec la formule d'un diphénol $C^6H^6O^2$ ($C = 41,38$ $H = 3,48$). Comme ils donnaient une coloration verte avec le chlorure ferrique, j'avais d'abord conclu à la présence de la pyrocatéchine. Cependant cette substance est peu soluble dans l'eau et cristallise en aiguilles. Une étude plus approfondie de cette substance m'a montré que la pyrocatéchine n'existe qu'en petite quantité et que la majeure partie est formée de quinone $C^6H^4O^2$ ($C = 41,86$, $H = 2,03$). J'ai pu, en outre, isoler une petite quantité d'une substance plus soluble que la précédente, précipitant en rouge par les sels ferriques, en bleu par les sels ferreux et qui me paraît être du pyrogallol. Je n'en ai pas eu assez pour l'analyser.

Acide benzoïque. L'acide benzoïque traité de même fournit de l'acide salicylique et de l'acide paroxybenzoïque, ce dernier en plus grande quantité lorsque l'on opère à chaud. Il est assez difficile de séparer ces acides du grand excès d'acide benzoïque qui reste inattaqué. Voici comment j'ai opéré. Le produit brut de l'opération est distillé dans un courant de vapeur d'eau, pour séparer la majeure partie de l'acide benzoïque inattaqué, et, quand le liquide distillé se colore fortement en bleu par le chlorure ferrique, on laisse refroidir et on épuise le résidu par l'éther. Le produit brut de l'évaporation de l'éther est saturé par la chaux, puis on le fait bouillir avec un excès d'eau de chaux. Il se dépose un sel basique, formé surtout de salicylate. On le décompose par l'acide chlorhydrique dilué, et on fait cristalliser dans le sulfure de carbone l'acide qui se dépose.

L'acide salicylique a été caractérisé par son analyse, son point de fusion, sa coloration avec le chlorure ferrique et l'action du brome.

Les eaux mères qui ont laissé déposer l'acide salicylique, contiennent encore de l'acide paroxybenzoïque, que je n'ai pu isoler à l'état de pureté, mais que j'ai reconnu aux caractères suivants : point de fusion élevé, absence de coloration avec le chlorure ferrique, transformation par le brome en tribromophénol ; enfin il fournit du phénol quand on le distille. J'étudie en ce moment l'action de ce même réactif sur l'anthracène ; mais il paraît aussi réagir sur ce corps en solution acétique. Au contraire, sur les composés que je viens de mentionner, il

n'agit qu'en présence d'acide sulfurique. Je crois que l'on peut admettre le cycle de réactions suivant :

Transformation du composé primitif en dérivé sulfoné :

$$C^6H^6 + SO^4H^2 = H^2O + C^6H^5 - SO^3H.$$

Oxydation du composé sulfoné qui fixe un atome d'oxygène :

$$C^6H^5 - SO^2H + O = C^6H^5 - SO^4H$$

et le dérivé sulfaté ainsi formé se détruit facilement par l'eau en donnant de l'acide sulfurique et un phénol :

$$C^6H^5 - SO^4H + H^2O = SO^4H^2 + C^6H^5OH$$

et de fait, j'ai préparé de l'acide phénylsulfonique et l'ai distillé avec de l'eau oxygénée ; j'ai ainsi obtenu du phénol en quantité beaucoup plus grande qu'en partant de la benzine elle-même.

On représente généralement l'eau oxygénée par la formule :

$$H - O - O - H$$

qui en fait du dihydroxyle. Or l'eau oxygénée se décompose par électrolyse, ainsi que je l'ai montré autre part, en eau et oxygène. L'existence d'actions réductrices dues à l'eau oxygénée montre d'autre part qu'elle peut se décomposer en hydrogène et oxygène, tandis qu'elle ne donne aucune réaction d'addition comparable à celle de l'acide hypochloreux, qui serait son analogue, si l'on admettait la formule que j'indiquais plus haut. Je crois que la formule

$$O = O \begin{matrix} \diagup H \\ \diagdown H \end{matrix}$$

rend compte de ses dédoublements en oxygène et hydrogène, oxygène et eau. L'existence d'un atome d'oxygène tétratomique rend compte de l'instabilité de ce composé. Enfin je crois qu'une formule analogue doit être adoptée pour l'ozone O^3

$$O = O = O$$

Cette formule nous montre que ce composé a tendance à se dédoubler en une molécule d'oxygène et un atome d'oxygène libre. Or, on sait que dans un grand nombre de réactions, l'ozone n'agit que par un tiers de l'oxygène qu'il renferme. Enfin, la formule généralement admise

$$\begin{matrix} & O & \\ \diagup & & \diagdown \\ O & - & O \end{matrix}$$

ferait de l'ozone un corps plus stable que l'oxygène lui-même, d'après les propriétés que nous connaissons aux chaînes d'atomes fermées.

MM. C. VINCENT et J. CHAPPUIS

A Paris.

SUR LES TEMPÉRATURES ET LES PRESSIONS CRITIQUES DE QUELQUES VAPEURS

— *Séance du 19 août 1886.* —

Nous nous sommes proposé de déterminer les températures et les pressions critiques de quelques corps homologues. Nos expériences peuvent être divisées en deux groupes : le premier formé par l'acide chlorhydrique et les chlorures de méthyle, d'éthyle et de propyle ; le second comprenant avec le gaz ammoniac, trois séries d'ammoniaques composées, celles du méthyle, de l'éthyle et du propyle.

L'appareil de M. Cailletet se prête aisément à la détermination des points critiques ; c'est à lui que nous avons eu recours. Nous avons obtenu des températures constantes par l'emploi de courants rapides d'eau au-dessous de 90° ; de glycérine entre 90° et 180° ; ou de paraffine jusqu'à 290°. Les pressions étaient lues sur un manomètre métallique.

1° *Températures critiques.* — Le tableau suivant donne les résultats obtenus dans nos expériences :

SUBSTANCES	COMPOSITION	TEMP. critiques T.	TEMP. d'ébullition *t*.	T — *t*.
Acide chlorhydrique. . . .	HCl	51.5	— 35.0	86.5
Chlorure de méthyle . . .	CH^3Cl	141.5	— 23.7	165.2
Chlorure d'éthyle	C^2H^5Cl	182.5	+ 12.5	170.0
Chlorure de propyle. . . .	C^3H^7Cl	221.0	+ 46.5	174.5
Ammoniac.	AzH^3	131.0	— 38.5	168.5
Mono-méthylamine	$AzCH^5$	155.0	— 2.0	157.0
Di-méthylamine.	AzC^2H^7	163.0	+ 8.0	155.0
Tri-méthylamine	AzC^3H^9	160.5	+ 9.3	151.2
Mono-éthylamine	AzC^2H^7	177.0	+ 18.5	158.5
Di-éthylamine	AzC^4H^{11}	216.0	57.0	159.0
Tri-éthylamine	AzC^6H^{15}	259.0	89.0	170.0
Mono-propylamine	AzC^3H^9	218.0	49.0	169.0
Di-propylamine.	AzC^6H^{15}	277.0	97.4	179.6

On peut faire, au sujet de ces nombres, les remarques suivantes :

Les températures critiques vont en s'élevant rapidement dans les diverses séries de corps homologues.

Les différences entre les températures critiques et les températures d'ébullition ne sont pas constantes pour les corps homologues, mais vont au contraire généralement en croissant.

Enfin, on peut vérifier que, pour des corps isomères, ni les tempéra-

tures critiques, ni les excès des températures critiques sur les températures d'ébullition ne sont constants.

2° *Pressions critiques.* — Le tableau suivant donne les pressions observées, correspondant aux températures critiques :

SUBSTANCES	PRESSIONS critiques P.	TEMP. critiques T.	$\frac{273 + T}{P}$
—	—	—	—
Acide chlorhydrique. . . .	93 atm.	51.5	3.4
Chlorure de méthyle	76 —	141.5	5.7
Chlorure d'éthyle.	54 —	182.5	8.4
Chlorure de propyle . . .	49 —	221.0	10.0
Ammoniac.	113 —	131.0	3.6
Mono-méthylamine	72 —	155.0	5.9
Di-méthylamine.	56 —	163.0	7.9
Tri-méthylamine	41 —	160.5	10.5
Mono-éthylamine.	66 —	177.0	6.8
Di-éthylamine	40 —	216.0	12.2
Tri-éthylamine.	30 —	259.0	17.4
Mono-propylamine	50 —	218.0	9.8
Di-propylamine.	31 —	277.0	17.7

Les nombres inscrits dans la dernière colonne montrent que le rapport $\frac{273 + T}{P}$ de la température critique absolue à la pression critique va, dans chaque série de corps homologues, en augmentant progressivement avec la complexité des corps soumis à l'expérience, tandis que les pressions critiques vont en diminuant.

On voit de plus que les pressions critiques des corps isomères sont loin d'être égales, et que les pressions vont, comme les températures critiques, en croissant avec la complexité de la molécule substituée.

M. Gustave ROUSSEAU

A Paris.

RECHERCHES SUR LES MANGANITES ALCALINS ET ALCALINO-TERREUX

— Séance du 19 août 1886. —

I. — Méthode générale de production des manganites.

Le bioxyde de manganèse a été longtemps envisagé comme un *oxyde singulier,* incapable de se combiner aux acides et aux bases. Mais les recherches de M. Frémy ont montré que, dans certaines conditions, il se comporte comme une base faible. D'autre part, la formation de

manganites de chaux, dans le procédé de régénération de Weldon, et la production de manganites alcalins très condensés par M. Gorgeu, tendaient à lui assigner le caractère d'un acide. Cependant, les sels de l'acide manganeux n'ayant été obtenus qu'à l'état amorphe, certains chimistes, notamment M. Post, avaient contesté les conclusions de ces savants.

La production de manganites cristallisés pouvait seule lever ces objections. J'ai tout d'abord, avec la collaboration de M. Saglier, obtenu un manganite de baryte MnO^2,BaO, en cristaux nettement définis, par la calcination du manganate à haute température, en présence d'un grand excès de chlorure de baryum.

Ce procédé n'était pas susceptible d'une application générale, les manganates de baryte et de potasse étant les seuls qu'on ait réussi à isoler jusqu'ici. Je suis parvenu cependant à préparer un grand nombre de manganites par la méthode suivante :

On introduit le chlorure manganeux en petites quantités dans un oxychlorure alcalin ou alcalino-terreux maintenu en fusion au contact de l'air. Le protoxyde de manganèse formé par double décomposition se suroxyde en donnant un manganate ; celui-ci se dissocie, sous l'action de la chaleur, en formant des manganites dont la complexité varie avec la température.

II. — Manganites de chaux.

Avec le chlorure manganeux et l'oxychlorure de calcium, on obtient, à la flamme de la lampe Bunsen, le composé $3MnO^2,CaO$. A une température comprise entre 1,000 degrés et le rouge-orange c'est le dimanganite $2MnO^2,CaO$ qui prend naissance. Enfin, depuis le rouge-orange jusqu'au rouge-blanc, en présence d'un excès de terre alcaline, il se forme un manganite bibasique $MnO^2,2CaO$.

Dans ces expériences, l'acide manganeux combiné à la chaux se dépolymérise graduellement avec la température. Ce phénomène est du même ordre que la désagrégation progressive des vapeurs de soufre, du chlorure stanneux et du chlorure de glucinium. Dans ses recherches classiques sur les acides métalliques, M. Frémy avait observé un fait analogue ; je veux parler de la curieuse métamorphose des métastannates en stannates, sous l'action de la chaleur rouge ; mais, dans ce cas, le phénomène se complique par l'élimination corrélative de l'eau de constitution des métastannates.

III. — Manganites de baryte et de strontiane.

Quand on remplace le chlorure de calcium par les chlorures de baryum et de strontium, l'allure de la réaction est profondément modi-

fiée. La décomposition du manganate formé tout d'abord parcourt un cycle, quand on soumet le creuset à l'action d'une température progressivement croissante. A la flamme du bec Bunsen on obtient des manganites monobasiques MnO^2,RO ; la dissociation du manganate de baryte est très lente, celle du manganate de strontiane est plus rapide.

A une température comprise entre 1,000 et 1,100 degrés, le composé qui prend naissance est un dimanganite du type $2MnO^2, RO$. La formation du dimanganite de strontiane s'accomplit entre des limites de température un peu moins étroites que celle du dimanganite de baryte.

Au rouge-orange on voit reparaître le manganite MnO^2, RO. Mais on ne peut recueillir ainsi une quantité appréciable de manganite de baryte, qu'à la condition de couvrir le creuset quand tout le protoxyde de manganèse a passé à l'état de manganate.

Enfin, au rouge-blanc et en creuset découvert, on n'observe plus la formation de traces de manganite de baryte ou de strontiane. Il y a plus : à cette température et en présence de l'air atmosphérique, ces manganites chauffés au sein des chlorures correspondants disparaissent rapidement et rétrogradent à l'état de manganates.

J'ai réussi à dévoiler la cause de cette anomalie. Dans toute l'échelle des températures deux forces antagonistes sont simultanément à l'œuvre : 1° l'énergie calorifique qui tend à dissocier le manganate en manganite et oxygène ; 2° l'énergie chimique qui intervient pour régénérer le manganate dont la formation correspond au maximum thermique. Jusque vers le rouge-orange c'est la dissociation qui l'emporte. Au rouge-blanc, c'est l'énergie chimique qui devient prépondérante. Mais la dissociation, bien que non apparente, exerce toujours son action; il suffit de couvrir le creuset, de façon à empêcher l'accès de l'air, pour la rendre manifeste ; on observe alors la formation rapide de quantités notables de manganite. Le renversement de la réaction vers le rouge-blanc doit donc être attribué à une variation considérable de la chaleur de combinaison du manganate, depuis le manganite et l'oxygène.

IV. — Manganites de soude.

On n'observe pas la formation du manganate de soude quand on chauffe en creuset ouvert un mélange de 10^{gr}NaCl,$3^{gr}NaHO^2$ et 1 gramme de MnCl. Pour que la coloration caractéristique du manganate apparaisse, il est nécessaire que la proportion de soude caustique dans le mélange dépasse celle du chlorure de sodium. Mais on ne réussit pas à transformer ainsi le manganate en manganite cristallisé, même après une calcination prolongée.

En présence de cet insuccès, j'ai dû modifier la méthode générale

de la façon suivante : On fait fondre dans un creuset, à la flamme du bec Bunsen, un mélange de 1gr,5 de NaCl, 3gr de $NaHO^2$, 3gr de $NaAzO^6$, jusqu'à volatilisation totale de la soude.

La matière quitte le fond du creuset et vient s'étaler sur les parois du creuset qu'on trouve tapissées d'aiguilles soyeuses de manganite $12MnO^2,NaO$. La cristallisation du manganite est due à la présence du chlorure de sodium, provenant de la double décomposition entre $NaHO^2$ et MnCl ; ce sel joue ici le rôle d'agent minéralisateur.

Quand on veut porter le mélange précédent au rouge-orange, il faut l'additionner au préalable de 10 grammes de NaCl, après volatilisation de la majeure partie de la soude à la flamme du bec Bunsen. Dans ces conditions, on voit se former au-dessus du bain une couronne de lames noires rhomboédriques de pentamanganite $5MnO^2,NaO$.

Enfin, au rouge-blanc, on retombe sur le composé $12MnO^2,NaO$. La décomposition du manganate de soude parcourt donc un cycle comparable à celui des manganates alcalino-terreux. Sa stabilité est d'ailleurs pareille à celle des manganates de baryte ou de strontiane. A la température du rouge-blanc, le fond du creuset reste tapissé d'un enduit vert de manganate indécomposé ; ce n'est qu'au-dessus du bain liquide, dans les parties supérieures du creuset où l'entraînent les vapeurs de sel marin, qu'il subit une dissociation notable. Cette dissociation paraît s'accomplir surtout sous l'action de la vapeur d'eau. En couvrant le creuset ou en ramenant la matière vers le fond, on obtient des manganites beaucoup moins condensés.

Je compte reprendre ces expériences en chauffant le mélange dans une nacelle de platine disposée au milieu d'un tube chauffé au rouge et traversé successivement par de l'air soigneusement desséché et par un courant de vapeur d'eau. J'espère ainsi obtenir en présence de l'air sec des manganites plus simples, d'une constitution analogue à celle des manganites alcalino-terreux, tandis que l'action de la vapeur d'eau me permettra sans doute d'atteindre une polymérisation plus grande, et de reproduire le composé $15MnO^2$, NaO obtenu par M. Gorgeu en faisant digérer à froid le bioxyde de manganèse avec une lessive de soude.

J'espère communiquer le résultat de ces expériences à l'Association, dans sa session de 1887.

M. P. CHAUTARD

A Paris.

SUR L'IODURATION DE L'ALDÉHYDE VALÉRIQUE ORDINAIRE

— *Séance du 19 août 1886.* —

J'ai appliqué à la préparation de l'aldéhyde valérique mono-iodée le procédé qui m'avait déjà réussi pour la préparation de l'aldéhyde ordinaire mono-iodée, et cela, avec le même succès.

On fait agir l'iode et l'acide iodique sur le valéral dans les proportions de la formule :

$$5\left(\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}>CH-CH^2-CHO\right)+4I+IO^3H=5\left(\begin{matrix}CH^2I\\CH^3\end{matrix}>CH-CH^2-CHO\right)+3H^2O.$$

Préparation. On introduit dans un flacon 24 cc. d'aldéhyde valérique ordinaire, 20 grammes d'iode et 8 grammes d'acide iodique, puis on ajoute 50 cc. d'alcool et on ferme le vase au moyen d'un bon bouchon de liège.

Le mélange s'échauffe légèrement ; on l'abandonne à lui-même, à la température du laboratoire et, après une à deux semaines, suivant que la température est plus ou moins élevée, la réaction est terminée.

On a alors une masse liquide parfaitement homogène, de couleur presque noire et qui renferme l'iodaldéhyde formée en quantité presque théorique.

Pour la plupart des réactions, on a avantage à employer telle quelle cette solution alcoolique d'aldéhyde iodée.

Pour isoler l'aldéhyde, on ajoute 3 à 4 volumes d'eau ; cette eau s'empare de l'alcool et le produit se précipite au fond du vase sous forme d'une huile lourde, noire. Sa coloration provient de ce qu'elle renferme toujours un excès d'iode ; pour l'éliminer, on dissout le produit brut dans l'éther anhydre et on agite vivement cette solution avec de l'argent réduit. Il se fait de l'iodure d'argent et la solution éthérée, incolore, une fois évaporée, on obtient enfin un liquide légèrement coloré en jaune qui a été soumis à l'analyse et a fourni les chiffres suivants :

	I	II	III	Théorie pour C^5H^9IO	
C =	27.91	27.63	»	C =	28.30
H =	4.77	4.92	»	H =	4.24
I =	»	»	60.09	I =	59.90

Propriétés. L'aldéhyde valérique ordinaire mono-iodée, ou aldéhyde iodo-isovalérique est un liquide incolore, mais noircissant rapidement à la lumière, limpide, volatil, non inflammable. On ne peut la distiller sans décomposition, même dans le vide de la trompe.

Elle répand, comme l'iodaldéhyde ordinaire et l'iodacétone, des vapeurs très désagréables qui irritent au plus haut degré les muqueuses, et en particulier les yeux et les organes respiratoires. On ne doit la manipuler qu'en plein air.

Sa densité est 2.17 à 15°.

Elle est peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone et l'alcool.

Je n'ai pas pu obtenir un hydrate.

Elle se combine avec dégagement de chaleur, au bi-sulfite de soude.

La potasse, la soude l'attaquent et la décomposent presque instantanément.

L'hydrogène naissant régénère l'aldéhyde.

Si l'on fait agir sur l'aldéhyde valérique ordinaire iodée, en solution alcoolique, le cyanure de potassium, on obtient facilement, à la température du bain-marie l'aldéhyde cyanée

$$\begin{matrix} CH^2\,CAz \\ CH^3 \end{matrix} > CH - CH^2 - CHO,$$

C'est un liquide huileux qui paraît stable et est doué d'une odeur cyanhydrique des plus prononcées. Ce corps traité par le gaz chlorhydrique donne des cristaux non encore analysés, mais qui sont très probablement l'aldéhyde acide :

$$\begin{matrix} CH^2\,COOH \\ CH^3 \end{matrix} > CH - CH^2 - COH.$$

L'iodaldéhyde valérique traitée par l'acétate de potassium fondu donne naissance à un liquide incolore, doué d'une odeur très pénétrante de fruits, bouillant à 136°, qui est l'aldéhyde acéto-valérique :

$$\begin{matrix} CH^2 - C^2H^3O^2 \\ CH^3 \end{matrix} > CH - CH^2 - COH.$$

Je m'occupe actuellement d'oxyder ce corps pour faire l'acide acéto-valérique :

$$\begin{matrix} CH^2 - C^2H^3O^2 \\ CH^3 \end{matrix} > CH - CH^5 - COOH.$$

J'ai encore un certain nombre d'autres faits intéressants, concernant cette aldéhyde, mais je préfère les passer sous silence parce que je n'ai pas encore d'analyses.

M. DENYS

Ingénieur en chef des ponts et chaussées, Président de la commission météorologique
du département des Vosges, à Épinal.

SUR L'ORGANISATION DU SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE DU DÉPARTEMENT DES VOSGES

— *Séance du 13 août 1886.* —

On faisait déjà des observations barométriques, thermométriques et pluviométriques sur quelques points du département des Vosges à la fin du siècle dernier et dès le commencement de celui-ci ; mais c'est en 1865, pour la première fois, qu'on s'est occupé officiellement de météorologie.

La première station qui a été installée est celle de l'école normale de Mirecourt ; elle était chargé d'observer la densité de l'air, la température, les vents, les pluies et de dénombrer les jours de calme, d'orages, de pluie, de brouillard, etc, etc.

C'est aussi en 1865 qu'on a commencé à signaler les orages dans les Vosges. Des comités furent institués dans chacun de nos cantons et des fonds furent votés par le conseil général pour fourniture d'imprimés et de cartes.

C'est grâce à ces fonds que le comité put créer à Épinal, en 1869, une station à peu près semblable à celle de Mirecourt et placer des pluviomètres sur quelques autres points du département.

Enfin c'est sous l'impulsion du bureau central créé à Paris, en 1878, que la commission départementale qui fonctionne encore aujourd'hui a été instituée.

Cette commission comprend actuellement 18 membres titulaires, nommés pour 5 années, par arrêté de M. le préfet, et un nombre illimité de membres correspondants chargés de faire les observations sur les divers points du département.

En 1882, le service météorologique des Vosges ne possédait encore que 7 stations : trois*, une dans la montagne, une autre dans la plaine et la troisième dans la région intermédiaire, observaient seules les températures à minima et à maxima ; trois autres** observaient les températures du matin, de midi et du soir ; enfin la 7e *** était exclusivement pluviométrique.

* Rothau, Mirecourt, Épinal.
** Bruyères, Thaon, Longchamp.
*** La Mouche.

Cette organisation, complétée au commencement de 1883, est aujourd'hui assise sur des bases qui répondent aussi exactement que possible à l'orographie du département. Le nombre des stations a d'abord été porté à 33; il est aujourd'hui de 43, et avant l'hiver prochain il sera de 54.

Ces 54 stations se divisent entre 32 secondaires, munies d'un pluviomètre seulement, et en 22 principales, pourvues chacune d'un baromètre anéroïde, de thermomètres à minima et à maxima vérifiés au bureau central, d'un pluviomètre de l'Association scientifique, et, un certain nombre, d'une girouette du modèle recommandé par le bureau central.

Quatre stations ont un psychromètre.

Deux un évaporomètre.

Enfin, celle de Bouzey, près d'Épinal, possède en outre un anénomètre enregistreur, système Hervé-Mangon, mis par M. le ministre des travaux publics à la disposition de l'ingénieur en chef du canal de l'Est qui est en même temps président de la commission météorologique des Vosges.

Les observations se font partout suivant un plan uniforme; elles sont combinées de façon à faire connaître, dans un avenir prochain, la diversité du climat des diverses régions du département.

On sait que ce dernier se divise en deux parties parfaitement distinctes, qui ont chacune leur climat particulier.

1° La région dite « de la Plaine », dont l'altitude varie entre 300 et 450 mètres, occupe une surface de 3,825 kilomètres carrés (un peu moins de 2/3 de la surface totale); elle est traversée par la Saône, la Meuse, le Mouzon, le Vair, le Madon, la basse Moselle et la Mortagne.

Le climat de cette région est à peu près uniforme; la température moyenne annuelle oscille autour de 9°,5 et la quantité de pluie varie entre 750 et 950 millimètres.

2° La région « montagneuse », dont l'altitude va de 400 à 1,200 mètres, occupe une surface de 2,040 kilomètres carrés; elle est traversée, dans des sens différents, par la haute Moselle, la Moselotte, la Vologne, la Meurthe et les nombreux affluents de ces rivières.

Le climat de cette région se modifie d'une vallée ou d'un plateau à l'autre, si bien qu'en se déplaçant seulement de 50 kilomètres de l'Ouest vers l'Est, la température moyenne annuelle tombe de 9°,5 à 4°,5.

La quantité de pluie varie elle-même entre 950 millimètres et 1m,60.

C'est pour tenir compte et bien saisir ces diversités de climat qu'on a partagé ainsi qu'il suit nos 54 stations entre la plaine et la montagne.

Plaine	principales.	10	29
	secondaires	19	
Montagne	principales.	12	25
	secondaires	13	
	Total égal.		54

En résumé, il y aura sous peu dans la plaine une station pluviométrique pour 132 kilomètres carrés et dans la montagne une station pour 81 kilomètres carrés. Mais si l'on considère seulement les températures, il y aura dans la première région une station pour 382 kilomètres carrés et une dans la seconde pour 170 kilomètres.

En général, nos stations météorologiques sont disposées en quinconce et alternativement principales et secondaires ; de plus elles sont installées tantôt dans les vallées, tantôt sur les plateaux.

De cette façon, aucun phénomène de quelque importance ne pourra échapper à l'œil de nos correspondants.

Voici, d'ailleurs, quelle sera la distribution de notre réseau sur la surface du département.

1° *Vallées.*

Bassin de la Meurthe.	Vallée de la Meurthe, 1 station principale et 3 secondaires.
	Vallée de la Plaine, 1 station principale et 2 secondaires.
	Du Rabodeau, 1 station principale et 1 secondaire.
	De la Fave, 1 station principale et 1 secondaire.
Bassin de la Mortagne.	Vallée de la Mortagne, 1 station principale.
Bassin de la Moselle .	Vallée de la Moselle, 4 stations principales et 4 secondaires.
	Vallée de l'Avière, 1 station principale.
	Vallée de la Moselotte, 2 stations principales et 2 secondaires.
	Vallée de la Vologne, 2 stations principales et 2 secondaires.
	Vallée du Neuné, 1 station principale.
Bassin du Madon. . .	Madon et affluent, 2 stations principales et 1 secondaire.
Bassin de la Meuse. .	Vallée de la Meuse, 1 station principale et 1 secondaire.
	Mouzon et affluents, 4 secondaires.
	Vair, 1 station principale et 3 secondaires.
Bassin de la Marne. .	Affluent de l'Ornain, 1 secondaire.
Bassin de la Saône. .	Vallée de la Saône, 1 station principale et 2 secondaires.
	Coney et affluents, 2 stations principales et 1 secondaire.
	Seymouse, 1 station principale.
	Augronne, 1 secondaire.
Bassin du Rhin *. . .	Vallée de la Bruche, 1 station principale.

* Station de Rothau, située sur le versant opposé de la chaîne des Vosges, dans l'angle N.-E. formé par notre ancien département; elle a été maintenue dans notre réseau météorologique, malgré son annexion à l'Allemagne, tant à cause de la bonne volonté de l'observateur que parce que c'est de ce côté que s'échappent presque tous les orages qui nous viennent du S.-O., et l'on sait que ce sont les plus nombreux.

2° *Stations élevées.*

Chaîne des Vosges. .	Col de Prayé, altitude 835 mètres.
	Col de la Schlucht, altitude 1,150 mètres.
	Col de Bussang, altitude 740 mètres.
	Plateau de Planois, altitude 900 mètres.
	Fort de Longchamp, altitude 400 mètres.
Monts Faucilles . . .	Fort de Château-Lambert, altitude 760 mètres.
	Vioménil, altitude 472 mètres.
	Frain, altitude 370 mètres.

A côté des phénomènes météorologiques proprement dits, on observe aussi dans les Vosges tous les faits qui se rattachent directement à ces phénomènes, savoir :

1° La hauteur des eaux des principaux cours d'eau du département ;

2° La marche de la végétation ;

3° Les oiseaux et animaux hibernants ;

4° Enfin les orages.

La hauteur des principaux cours d'eau est prise tous les jours par le service des ponts et chaussées, qui adresse à la commission un double de ses relevés.

La marche de la végétation des plantes vivaces, des arbres et arbustes est notée dans 31 localités différentes par les agents forestiers, dont les bulletins nous sont également adressés, et les phénomènes de l'agriculture (céréales et plantes diverses) sont observés par 25 de nos correspondants, choisis surtout dans la région agricole.

L'observation des oiseaux et animaux hibernants est faite simultanément par les agents forestiers et par nos correspondants.

Les orages, enfin, sont observés par nos 54 correspondants, par 31 gardes forestiers et par un certain nombre d'instituteurs et d'agents des ponts et chaussées, soit, en tout, par une centaine de personnes.

Des cartes de ces orages sont établies en double expédition, l'une est transmise au bureau central dans le courant du mois pour le mois précédent et l'autre est conservée dans les archives de la commission.

Les orages inportants, les chutes de foudre et de grêle, les dommages occasionnés aux propriétés, etc., etc., font l'objet d'une étude et d'une description spéciale dans la marge même de la carte.

Tous les résultats obtenus sont consignés sur un bulletin que la commission publie chaque mois, depuis le 1er juin 1885 ; de plus ils sont reproduits, condensés et discutés dans un compte rendu annuel.

Le bulletin mensuel est divisé en neuf paragraphes, qui expliquent séparément chacun des phénomènes ci-après :

§ 1. — Pressions barométriques.

§ 2. — Températures.

§ 3. — Pluie et neige.
§ 4. — Les vents.
§ 5. — Les orages.
§ 6. — Nébulosité.
§ 7. — Hygrométrie, évaporation, ozone.
§ 8. — Végétation.
§ 9. — Oiseaux.
§ 10. — Crues et inondations.

Le bulletin est terminé par des diagrammes indiquant, jour par jour, la direction du vent, la pression atmosphérique, les températures, les hauteurs de pluie, de neige sur le sol, et des eaux de la Moselle.

Ce bulletin mensuel est adressé aux principaux journaux du département, qui le reproduisent gratuitement, en tout ou en partie, dans leurs colonnes. Il est aussi adressé à MM. les conseillers généraux du département et aux membres de la commission de météorologie, à tous les observateurs, aux médecins chargés des épidémies et à un certain nombre d'autres, au conseil d'hygiène et de salubrité, aux commissions des départements voisins, à quelques revues scientifiques, enfin aux personnes du département qui s'intéressent à la météorologie.

Le compte rendu annuel est divisé en chapitres disposés dans le même ordre que le bulletin mensuel ; il renferme de plus un chapitre spécial à la partie administrative et une revue de l'année écoulée.

Les frais d'impression des bulletins mensuels, du compte rendu annuel, et toutes les dépenses du service sont prélevés sur le crédit que le conseil général inscrit chaque année au budget du département. Ce crédit était de 600 fr., il a été porté, en 1886, à 750 fr.

Les observateurs ne reçoivent aucune rétribution, mais depuis la réorganisation du service en 1883, le bureau central a bien voulu, chaque année, leur accorder deux médailles de bronze.

M. HOUDAILLE

Répétiteur de physique à l'École d'agriculture de Montpellier.

SUR L'ÉVAPORATION DANS L'AIR EN MOUVEMENT

— Séance du 13 août 1886. —

Dans un travail précédent* on a déterminé la loi de l'évaporation d'une surface particulière, celle de l'évaporomètre de M. Piche. On a

* *Compte rendu de la 14e session de l'Association française,* t. II, p. 291.

repris les mêmes déterminations à l'aide d'un dispositif réalisant une surface d'eau nettement limitée et librement exposée à l'action d'un courant d'air de vitesse connue et parallèle à la surface du liquide.

Si l'on retranche de l'évaporation P correspondant à une vitesse déterminée, la valeur p de l'évaporation obtenue dans l'air en repos pour la même surface à égalité de température et d'état hygrométrique, et si l'on construit la courbe des valeurs de $P-p$ pour une vitesse V constante et pour des valeurs différentes de $F-f=\varphi$;
$F=$ tension de la vapeur à la surface du liquide ;
$f=$ tension de la vapeur dans l'air.

La courbe obtenue est un arc d'hyperbole et admet pour équation la relation :

$$P-p=P'=11,1\sqrt{\varphi^2+10\varphi} \qquad \text{pour } V=9 \text{ mètres.}$$

Si l'on construit de même la courbe des valeurs de $P-p$ pour une même valeur de $F-f$ et en faisant varier la vitesse, on obtient une courbe de même nature dont l'équation a été trouvée pour :

$$F-f=9\,\text{mm} : P-p=P'=9,47\sqrt{V^2+17V}$$

On a vérifié en plus que la loi de l'évaporation déterminée par les différentes valeurs de $F-f$ restait la même quelle que fût la vitesse, ce qui permet d'écrire la relation générale :

$$P=p+0,725\sqrt{\varphi^2+10\varphi}\sqrt{V^2+17V}$$

dans laquelle P représente l'évaporation en milligrammes par heure et par centimètre carré; $p=1,42\,\varphi$.

Telle est la loi de l'évaporation d'une surface de 13 centimètres carrés. On a déterminé pour différentes vitesses l'évaporation de surfaces de différentes grandeurs. Or, de même que dans l'air en repos, l'évaporation dans l'air en mouvement n'est pas proportionnelle à la surface. Bien qu'amoindrie par le déplacement rapide des couches d'air en contact avec le liquide, l'influence du périmètre du renouvellement se fait encore sentir, d'autant plus que la vapeur d'eau entraînée forme au-dessus de la surface évaporante un obstacle décroissant assez lentement avec la vitesse.

Après avoir vérifié qu'entre certaines limites de vitesse l'évaporation de deux surfaces conserve un rapport constant, on a cherché à représenter la loi d'évaporation des surfaces dans l'air en mouvement par une relation analogue à celle que l'on a appliquée à l'évaporation dans l'air en repos.

Si l'on fait :

$$P=1=\alpha'+\beta'\frac{c}{s} \qquad c=\text{Périmètre} \qquad s=\text{Surface}$$

et si l'on assigne aux coefficients α' et β' les valeurs respectives

$$\alpha' = 0{,}44;\ \beta' = 0{,}51$$

on trouve pour l'évaporation par centimètre carré des surfaces	13cq	58cq	10 600cq	1 000cq
les valeurs relatives	1,0	0,71	0,49	0,46
l'expérience donne	1,0	0,73	0,47	0,45

Les écarts révélés par la comparaison des nombres ci-dessus, bien qu'assez sensibles, sont de l'ordre de ceux que peut subir le rapport des évaporations de deux surfaces soumises à des vitesses différentes.

La valeur de l'évaporation P^3 d'une surface quelconque s'obtiendra en multipliant la valeur P précédemment déterminée pour une surface de 13 cq par l'expression :

$$\left(\alpha' + \beta' \frac{c}{s}\right) = \left(0{,}44 + 0{,}51 \frac{c}{s}\right),$$

on aura donc :

$$P^3 = P\left(0{,}44 + 0{,}51\frac{c}{s}\right) = \left[0{,}44 + 0{,}51\frac{c}{s}\right]\left[p + 0{,}725\sqrt{\varphi^2 + 10\varphi}\sqrt{V^2 + 17V}\right]$$

M. le Professeur BUSIN

Membre de l'Association météorologique italienne, à Rome.

QUELQUES CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES CARTES DU TEMPS ET SPÉCIALEMENT SUR LES TYPES ISOBARIQUES EN ITALIE

— *Séance du 14 août 1886.* —

Le but principal des cartes météorologiques est de donner tous les indices les plus importants pour servir à faire la prévision du temps. Il faut donc que toutes les perfections qu'on doit introduire dans ces cartes soient faites à ce point de vue.

Les cartes du temps qu'on construit aujourd'hui dans tous les bureaux centraux de météorologie présentent, à l'égard de la pression atmosphérique, les défauts suivants :

a) Les baromètres ne sont pas réduits au moyen d'une même formule au niveau de la mer, mais chaque bureau de météorologie a adopté des formules différentes.

b) On n'applique pas la correction pour la gravité, en réduisant toutes les lectures barométriques à la gravité d'un même degré de latitude.

c) Les cartes météorologiques publiées par les divers bureaux n'ont pas les isobares construits avec des lectures synchroniques du baromètre, parce que l'heure de l'observation est variable, non seulement par l'effet des diverses longitudes, mais aussi parce que, pendant l'année dans quelques pays, on ne conserve pas toujours la même heure d'observation.

d) Quoique les corrections pour rendre comparables les baromètres normaux des divers bureaux météorologiques soient minimes, cependant on ne les a pas introduites généralement.

A cause de ces inconvénients, la forme et la position des isobares données n'est pas celle des vraies isobares, et pour ce motif on ne peut en tirer de rigoureuses conséquences scientifiques, lesquelles trouvent leur raison d'être sur une forme exacte, ou sur une position exacte des isobares. Les courbes d'égale pression qu'on a construites jusqu'à présent peuvent seulement servir à donner imparfaitement la position des hautes et des basses pressions.

Pour ces considérations, dans mes études sur les types du temps en Italie, je n'ai eu égard qu'à la position générale des hautes et des basses pressions, sans donner une grande importance à la forme des isobares et à leurs positions rigoureuses.

Dans presque toutes les cartes météorologiques publiées par le bureau central italien de météorologie, et précisément dans celles qui comprennent l'Europe moyenne et méridionale, j'ai observé qu'il existe généralement une seule haute et une seule basse pression, tandis que le nombre des cartes qui ont plus d'une haute ou plus d'une basse pression est très petit.

En me fondant sur ces dernières considérations, j'ai partagé d'abord toutes les cartes du temps, à partir du 1[er] mai 1880 jusqu'au 1[er] janvier 1886, en trois grands groupes : le premier, que j'ai nommé A, comprend toutes les cartes qui ont une isobare de 770 millimètres ou plus haute ; le second, appelé U, embrasse toutes les cartes du temps qui ont la pression uniforme dans toute l'Italie et dans ses environs, et le troisième tous les autres cas qui ont une seule haute et une seule basse pression. Pour noter la position approximative des hautes et des basses pressions, j'ai adopté des symboles à joindre à chacune des lettres A, U, C. Ces symboles sont les noms des huit principales directions du vent et les abréviations suivantes : *g*=golfe de Gênes ; *t*=Tyrrhénienne ; *o*=Italie centrale ; *in*=Haute-Italie ; *nd, od, sd* respectivement Dalmatie du nord, centrale et du sud, pendant que le signe *?* dénote que la position de la haute ou de la basse pression n'était pas définissable. Le premier symbole dénote toujours la position de la basse pression et le second celle de la haute pression ; de même que,

par exemple, A *nw ne* donne une telle distribution de la pression atmosphérique, que la basse pression se trouve au NW de l'Italie (en France), et la haute pression au NE (dans la Pologne), tandis que cette haute pression est de 770 millimètres ou supérieure à cette hauteur.

J'ai fait une statistique de tous ces types isobariques et de leurs successions, comme on le voit dans le tableau I, dans lequel j'ai réuni seulement les résultats obtenus par 34 types les plus fréquents, et qui sont aussi les plus importants. Les principaux faits qu'on peut déduire de ce tableau sont :

a) Les successions des divers types ne sont pas arbitraires, mais à chacun des types correspond un nombre limité d'autres types, parmi lesquels quelques-uns sont les plus fréquents.

b) Les types ont une fréquence différente selon les diverses saisons, et cela dépend des diverses voies que suivent les hautes et les basses pressions dans les diverses saisons.

Pour chacun de ces types principaux et pour 23 villes italiennes, j'ai déduit des cartes du temps les vents prédominants, la pression et la température moyenne, la moyenne de la vélocité des vents, de la nébulosité, de la quantité d'eau tombée, et la probabilité de la pluie, des orages, des brouillards, des gelées blanches et des vents forts ; comme l'on voit dans le tableau II, lequel représente une nouvelle espèce de rose des vents pour la prédiction du temps. La probabilité est exprimée en nombre, de manière que 10 représente la certitude, 5 le doute et 0 le manque du phénomène, de même qu'avec le nombre 8 dans la colonne de la probabilité de la pluie, on entendra que parmi dix cases, dans lesquelles se présente le type correspondant à cette probabilité, on a huit fois la pluie. Ces roses sont déduites d'un petit nombre de cas (pas plus de 30). De toutes ces roses on voit qu'on peut avoir des indices importants pour la prévision du temps, en faisant une statistique avec un nombre très petit de types isobariques égaux, et c'est précisément par ce fait que cette méthode pourra se rendre utile, parce que si telle statistique représentait l'existence des divers indices seulement au moyen d'un grand nombre de cas, alors les types ne seraient plus adoptables pour la prévision du temps. Néanmoins, pour un grand nombre de cas on pourra évidemment faire une statistique plus exacte, et peut-être on pourra trouver des autres indices pour faire la prédiction, dans les cas qui, aujourd'hui, se présentent encore douteux.

Je veux faire observer à l'égard de la probabilité de la pluie qu'elle dépend dans presque tous les cas de la plus grande ou de la plus petite distance de la basse pression, de même qu'on peut, jusqu'à une certaine limite, l'exprimer en fonction de cette distance. Ainsi, par exemple, à Belluno, le type C*nd?* (basse pression voisine) porte une probabilité de

Statistique italienne des principaux types isobariques et de leurs successions. TABLEAU I.

NOMS des types.	A nw ne	C nw ne	C nw e	C nw se	C nw s	C nw sw	C n s	C ne sw	A ne w	C ne w	A ne nw	U ne nw	C ne nw	A sw n	A sw ne	A s n	A s ne	A se nw	A se n	A se ne	A e nw	C e nw	A e n	A ? in	U ? o	U o ?	A ? o	C in?	C g?	C sd ?	C od ?	C nd ?	C o?	C t?	TOTAL des successions.	FRÉQUENCE des types en 2071 cas.	FRÉQUENCE des types dans les diverses saisons. Hiver.	Printemps	Été.	Automne.
A nw ne	10	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	2	—	—	1	—	—	—	2	1	—	—	1	2	—	—	—	—	—	27	38	19	4	—	15
C nw ne	—	1	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	2	—	2	11	16	4	3	2	7
C nw e.	1	1	—	1	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2	10	14	8	2	2	2
C nw se	—	2	2	15	5	2	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	3	5	—	—	1	1	—	44	65	13	17	7	28
C nw s.	—	—	—	9	4	2	3	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	24	34	4	10	4	16
C nw sw	—	2	—	2	3	5	4	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	1	1	—	—	23	34	7	13	2	12
C n s.	—	—	—	2	2	1	6	1	—	3	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	3	2	—	—	2	—	—	23	36	5	7	10	14
C ne sw	—	—	—	—	1	1	—	2	—	3	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	12	24	2	4	11	7
A ne w.	—	—	—	—	—	—	—	1	7	—	—	2	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	14	21	11	3	2	5
C ne w.	—	1	—	—	—	1	—	1	—	6	1	—	5	—	—	—	—	1	—	—	1	1	—	—	—	2	—	1	—	—	—	2	—	—	23	34	1	4	25	4
A ne nw	—	—	—	—	—	—	—	1	5	—	5	—	—	—	—	1	—	6	2	—	4	—	3	2	3	—	—	—	—	—	—	—	3	1	36	44	24	9	7	4
U ne nw	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	4	1	—	1	1	—	—	—	—	1	13	24	2	3	18	1
C ne nw	—	—	—	—	—	—	2	1	—	2	1	2	7	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	19	32	2	2	23	5
A sw n.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	1	—	—	—	1	—	—	—	—	2	—	1	—	—	1	—	—	—	1	—	15	23	8	7	1	7
A sw ne	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	14	—	4	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	23	34	17	3	—	14
A sn	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—	9	2	3	3	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	1	—	—	24	25	5	4	1	15
As ne	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	3	1	10	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	27	21	2	—	4
A se nw	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	1	—	9	4	—	5	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28	39	20	10	7	2
A se n	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	4	—	3	11	5	—	—	—	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	49	17	18	5	9
A se ne.	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	3	5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	13	19	11	1	—	7
A e nw.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2	1	—	1	—	3	1	—	2	1	1	—	—	2	—	—	—	—	1	—	—	—	16	23	4	5	10	4
C e nw.	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	8	24	4	4	13	3
A e n.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	10	1	4	5	—
A ? in.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	—	6	—	—	—	—	—	—	—	15	23	12	1	—	10
U ? o.	—	—	1	3	—	—	—	—	—	1	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	16	—	1	3	—	—	—	1	—	—	30	68	8	12	30	18
U o ?.	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	2	—	—	—	—	—	—	10	22	1	7	10	4
A ? o.	—	—	1	1	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	10	14	4	2	—	8
C in?.	—	—	—	1	2	2	1	3	1	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	1	9	5	2	3	4	3	—	46	73	5	15	27	26
C g ?.	3	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	4	2	2	5	7	2	35	59	13	14	6	26
C sd ?	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	2	—	—	2	—	—	—	—	1	1	—	1	—	10	21	4	6	5	6
C od ?	—	—	—	1	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	—	—	—	—	—	—	1	2	2	1	—	1	1	17	37	6	15	8	8
C nd ?	1	1	—	1	—	1	—	1	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	—	1	—	—	14	31	1	9	7	14
C o ?.	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	5	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	1	—	4	—	1	19	39	7	17	3	12
C t ?	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	2	1	1	—	—	—	—	—	1	—	—	3	4	5	1	2	7	32	43	21	12	3	7
Total. . . .																																			705	1119	282	259	254	324

Rose des vents pour Naples.

TABLEAU II.

NOMS des types.	DIRECTION du vent.	PRESSION MOYENNE au niveau de la mer.	TEMPÉRATURE Moyenne.	Amplitude.	MOYENNE de la vélocité du vent en kilom.	nébulosité.	quantité de pluie en m/m.	PROBABILITÉ de la pluie.	des orages.	du brouillard.	de la gelée blanche.	des vents forts.
A nw ne. .	↓	764.1	14.2	6.0	3	6.5	1.8	5	0	1	—	—
C nw ne. .		60.7	16.2	6.4	4	5.7	1.1	2	—	2	—	2
C nw e . .		61.8	14.5	5.8	5	5.7	0.1	1	—	1	—	—
A sw n . .		68.3	14.2	7.7	6	3.2	—	—	1	—	—	2
A se nw. .	N	63.2	14.6	7.4	5	2.2	0.1	1	1	—	—	1
A^{4} se nw. .		67.5			14	4.0	1.5	2		—	—	6
A e nw . .		62.6	17.1	8.4	2	2.5	1.2	1	—	—	—	1
A ? in. . .		72.2	12.0	6.3	4	1.6	0.2	1	—	—	—	—
U ? o . . .	↑	63.9	19.5	7.7	2	1.6	—	—	0	1	—	1
U o?. . . .		63.7	20.0	8.3	1	3.2	1.0	2	—	2	—	1
A? o. . . .		70.2	12.8	6.8	3	3.1	0.8	1	—	—	—	—
A sw ne. .	↓	65.1	12.4	5.8	5	4.6	4.4	3	—	—	—	—
A se n. . .	NNE	66.8	11.5	6.6	6	3.0	3.4	2	1	—	—	1
A^{4} se n. . .	↑	61.8			14	4.1	2.2	3		—	—	7
A s n . . .	↓	68.7	13.7	7.1	8	1.4	0.7	2	1	—	—	3
A s ne. . .	NE ↑	65.5	10.9	5.2	10	4.5	1.3	1	—	1	—	2
C g? . . .	↓	55.9	15.7	5.3	2	8.6	5.2	6	1	—	—	1
C^{4} g? . . .	SSE ↑	58.6			9					—	—	3
C o? . . .	↓	56.5	15.0	5.3	6	9.7	11.1	9	2	1	—	1
C^{4} o? . . .	SSW ↑	55.1			16	9.0	7.9	7			—	5
C nw sw .	↓	61.0	14.7	6.0	3	3.8	0.7	3	—	—	—	1
C^{s} nw sw .		61.4			2	5.5	0.3	2		—	—	2
C ne sw. .		60.7	15.9	6.4	2	4.8	3.9	3	1	—	—	3
C in nw.		57.3			5	5.8	3.0	3	—	1	—	—
C in w . .		58.2	19.2	6.5	10	4.5	7.4	5	2		—	2
C in s. . .	SW	57.1			14	8.7	2.9	9	—		—	6
C^{II} nw ?. . .		57.8			8	7.6	4.9	4	—	—	—	2
C^{II} n ? . . .		58.1	15.6	5.9	6	7.6	7.2	7	1	—	—	3
C^{II} ne ?. . .		57.3			6	7.3	3.2	7	—	—	—	3
C nd ?. . .	↑	57.0	18.7	5.9	9	7.6	8.8	6	1	—	—	2
C od ?. . .		53.9	14.0	7.3	6	7.9	8.9	10	2	—	—	4
C sd ?. . .	↓	54.8	12.0	6.7	4	7.0	4.6	6	2	—	—	1
C n s . . .	W	59.2	17.8	5.9	5	7.3	2.3	5	—	1	—	2
C nw s . .	↑ ↓	61.1	19.6	5.2	6	6.3	2.2	4	—	—	—	1
A ne nw. .		68.0	13.7	6.7	4	3.0	—	—	—	—	—	—
A^{s} ne nw. .	Calme.	64.8			1	4.2	1.0	1	—	—	—	1
U ne nw. .	↑	62.3	21.4	7.6	1	2.0	1.8	1	—	—	—	1
A e n . . .		64.5	20.2	8.6	1	4.0	—	—	—	—	—	1
C nw se. .	↓	63.3	15.1	5.6	3	5.5	1.0	2	—	—	—	1
C^{s} ne se . .		59.8			4	8.2	1.5	4	—	—	—	1
A ne w . .	Variable.	65.9	13.7	6.0	4	5.7	0.3	2	—	1	—	1
C ne w . .		60.2	20.3	7.7	2	5.2	1.8	2	1	—	—	1
C ne nw. .		59.8	20.8	8.1	3	3.7	1.2	1	1	—	—	2
A se ne . .		62.6	11.3	6.5	9	3.6	0.3	2	—	—	—	1
C e nw . .		56.1	19.4	8.1	2	1.8	1.7	3	—	1	—	—
C t?. . . .	↑	56.9	13.6	5.0	2	9.2	1.7	7	—	—	—	1
C^{4} t?. . . .		58.4			11	10.0	7.2	5	—	—	—	3

OBSERVATIONS

Le nombre 4 appliqué comme exposant aux signes des types dénote que les isobares sont très voisines entre elles, ou que les gradients sont forts.

L'exposant II signifie que dans la haute Italie il existe une dépression qui tient la seconde place, et l'exposant *s* dénote que les isobares suivent les chaînes des Alpes, de manière à comprendre toute la plaine du Pô, en donnant une forme des isobares qu'en Italie on appelle *saccatura*. Les nombres soulignés donnent les maxima et les minima des divers éléments.

Fréquence des vents pour le type A ne nw. TABLEAU III.

LIEUX des observations.	N	N N E	N E	E N E	E	E S E	S E	S S E	S	S S W	S W	W S W	W	W N W	N W	N N W	Calme.	VENTS prédominants pendant le type A nw ne.
Belluno	1	1	5	1	1	2	—	—	—	1	2	—	2	1	2	1	—	Variable.
Domodossola	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	4	—	10	Calme.
Milan	—	1	4	1	2	—	1	—	—	—	—	4	3	2	4	3	—	Variable.
Venise	7	4	—	2	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1	3	3	—	N
Turin	1	1	3	—	—	—	—	—	1	2	5	2	1	—	—	—	9	Calme.
Modène	—	—	5	—	1	—	—	—	—	—	13	—	5	—	1	—	—	S W
Gènes	9	—	6	—	1	—	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	7	N
P. Maurizio	1	—	3	2	—	—	—	—	—	—	1	2	2	—	3	1	10	Calme.
Florence	3	1	—	1	9	—	4	—	4	—	2	—	—	—	2	—	—	E
Urbino	2	1	1	1	1	—	1	—	4	2	7	2	—	—	1	—	2	S W
Ancona	1	—	—	—	—	—	2	1	—	—	1	3	8	—	2	1	3	W
Livorno	1	—	8	5	—	—	—	—	1	—	2	—	4	—	1	3	—	N E
Aquila	6	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	7	3	6	2	—	W ?
Rome	15	4	—	—	—	—	—	1	—	—	1	1	1	—	—	—	2	N
Foggia	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5	2	8	1	7	N W
Naples	6	—	2	—	1	—	—	—	—	—	1	1	1	2	—	1	10	Calme.
Potenza	2	1	—	2	1	—	—	1	1	—	2	3	3	1	1	3	5	Variable.
Lecce	2	1	1	1	—	—	—	—	—	—	2	2	3	4	3	6	—	N N W
Cosenza	2	1	—	1	4	3	2	5	—	—	—	2	2	1	2	1	—	S S E?
Cagliari	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	22	—	—	N W
Palerme	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11	1	1	1	1	8	W S W
Caltanissetta	5	1	5	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	3	5	3	—	N
Syracuse	2	3	4	—	2	—	—	—	—	—	1	5	4	—	—	—	—	Variable.

7, et le *Csd?* (basse pression plus loin) de 2 ; à Rome, le type *Co?* porte la probabilité de 10 (certitude) le *Cod?* de 8, et le *Csd?* (qui a la dépression un peu plus loin de Rome) de 7. Il se donne un grand nombre de ces cas.

Pour ce qui a trait à la direction des vents, j'ai donné ici le tableau III, qui représente la fréquence des vents pour le type A*ne nw* dans 23 stations météorologiques italiennes. On voit dans ce tableau, comme dans les autres, que la prédominance des vents dans les diverses stations et pour un même type est suffisamment constante, de manière que l'on peut construire une rose des vents semblable à celle du tableau II. En connaissant les vents prédominants dans chaque lieu d'observation et pour chacun des types isobariques, on pourra déduire le type qui règne sans savoir les indications barométriques, et en ayant seulement les dépêches sur la direction des vents. En outre, on pourra déduire le type qui régnera après en connaissant les rotations des vents dans les divers lieux d'observation, parce que, à chaque succession de type, ou mieux à chaque transformation d'un type isobarique en un autre correspond toujours la même rotation du vent dans un lieu d'observation. On peut déduire les rotations des vents dans les divers lieux d'observation et pour les diverses transformations des types du tableau qui donne la prédominance des vents pour les divers lieux et pour les divers types. En confrontant les rotations des vents ainsi déduites avec les diverses tendances à tourner des vents connues par

la dépêche reçue, on pourra trouver quelle est la transformation des types la plus probable correspondant à ces rotations.

J'ai déjà noté que les isobares qu'on construit aujourd'hui ne sont pas exactes par effet du manque de synchronisme dans les observations et les corrections barométriques nécessaires. Je veux indiquer comment on peut éloigner ces inconvénients. Quant au synchronisme des observations, il n'est pas nécessaire qu'on change les heures des observations dans les divers pays, il suffit de donner la variation du baromètre dans une ou deux heures précédant l'observation, soit en la déduisant par des instruments barographiques, soit en faisant l'observation même. En ayant ces variations, chaque bureau central de météorologie peut calculer proportionnellement les corrections à introduire pour rendre synchroniques les diverses pressions atmosphériques observées.

Mais les variations barométriques pendant une ou deux heures sont aussi d'une très grande importance, parce que, comme les rotations des vents, elles peuvent servir à donner des indices pour prévoir le type isobarique prochain; elles font connaître les lieux où les isobares changent avec plus ou moins de rapidité, et par cette raison elles ont souvent une importance plus grande que les hauteurs barométriques mêmes.

Il serait utile de connaître, outre la variation barométrique, comment cette variation a lieu; par exemple, si elle est graduelle ou oscillante, si elle est rapide ou lente, etc., puisqu'il est probable qu'à chaque sorte de variations barométriques correspond aussi une des diverses transformations isobariques.

En tous cas, ces variations devraient être déduites avec une grande exactitude, pour pouvoir constater attentivement les petites variations et les diverses espèces d'oscillations.

La différence journalière du baromètre, telle qu'on la donne à présent dans les cartes météorologiques n'a une certaine importance que dans les cas où le baromètre augmente ou décroît pendant toute la journée, mais ces cas ne sont pas fréquents et ne se vérifient pas dans tous les observatoires qui donnent les hauteurs barométriques pour la construction des isobares. On peut dire la même chose aussi pour la température soit à l'égard du synchronisme des observations comme pour les différences des températures d'une journée à l'autre qu'on donne dans les cartes météorologiques.

Le choix des lieux d'observations destinés à envoyer les dépêches télégraphiques pour la construction des cartes météorologiques, a été jusqu'aujourd'hui presque arbitraire, et on a seulement suivi la règle, du reste très louable, mais aussi très coûteuse d'avoir un grand nombre de dépêches météorologiques. Ce choix ne peut être fait sans une étude

consciencieuse sur les caractères météorologiques que donne chaque lieu pour faire la prévision du temps.

On doit choisir les stations météorologiques qui ont continuellement des variations sensibles dans les divers éléments météorologiques, et spécialement celles qui ont une forte variabilité dans la direction du vent. En outre, on doit choisir les lieux d'observations qui peuvent indiquer les changements météorologiques des lieux éloignés qui ne peuvent pas donner les dépêches météorologiques. Par exemple, si, en Italie, on n'avait pas les dépêches météorologiques de la Russie, on pourrait s'aider en considérant la hauteur et la variation barométrique de Belluno, qui est une des villes d'Italie plus au N.-E., et qui est la première marquant en Italie les variations barométriques du N.-E. de l'Europe. On peut dire la même chose pour Porto-Maurizio par rapport aux variations barométriques que l'on observe en France.

M. E. DIETZ

Pasteur, à Rothau.

LE CLIMAT DE ROTHAU ET DE LA VALLÉE SUPÉRIEURE DE LA BRUCHE (VOSGES-ALSACE)

— Séance du 14 août 1886. —

I. — Situation géographique et topographique.

Rothau se trouve à peu près au milieu de la vallée de la Bruche, laquelle descend de Saales à Mutzig, dans la direction du sud-ouest au nord-est, sur une longueur de 44 kilomètres environ. Cette vallée, assez étroite, est resserrée entre la chaîne principale des Vosges, où domine le Donon, à l'ouest, et le contrefort qui se détache à l'est au col de Saales, et forme les hauteurs du Champ-du-Feu et de Grendelbruch, pour s'éteindre vers Mutzig. Les montagnes qui s'élèvent des deux côtés de la vallée atteignent une altitude moyenne de 600 mètres, et derrière elles les crêtes ont jusqu'à 1,000 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le fond de la vallée où coule la Bruche est, à Mutzig, à l'altitude de 190 mètres, à Schirmeck, de 310, à Saint-Blaise, de 430, et vers Saales, de 550 mètres, soit entre ces points une différence constante de 120 mètres de niveau.

La pente de la vallée est de 13 mètres par kilomètre entre Saales et Saint-Blaise, pour une distance de 9 kilomètres; entre Saint-Blaise et

Schirmeck, éloignés de 11 kilomètres, elle est de 11 mètres par kilomètre ; et entre Schirmeck et Mutzig, sur une distance de 24 kilomètres, elle est en moyenne de 5 mètres par kilomètre.

La partie supérieure de la vallée n'a qu'une largeur moyenne de 100 mètres, avec des étranglements qui ne laissent de place que pour la rivière et la route. Au-dessous de Rothau, la vallée s'élargit de 200 à 500 mètres et plus.

Le fond de la vallée est utilisé comme prairies naturelles, généralement d'un très bon rapport. Les pentes de la montagne sont parfois boisées jusqu'au bas de la vallée, parfois converties en pâturages, ou en champs pour la culture des pommes de terre et de quelques céréales ; à partir de Schirmeck, quelques coteaux sont plantés de vignes, le vin augmente de qualité à mesure que l'on descend la vallée, sans toutefois égaler les produits d'Alsace. Au-dessus de Schirmeck, on trouve encore quelques vignes entre Labroque et Rothau.

Rothau se trouve à trois kilomètres en amont de Schirmeck, chef-lieu de canton, et par conséquent à 37 kilomètres de Saint-Dié et 27 kilomètres de Mutzig, ou à 49 de Strasbourg. Sa distance du Rhin en ligne droite est de 39 kilomètres. Sa position géographique est au croisement de 48°27′30″ de latitude nord, et de 4°52′20″ longitude est, du méridien de Paris, soit, comparativement à Saint-Dié, 10′20″ plus au nord, et 15′33″ plus à l'est.

L'altitude de Rothau est à peu près celle de Saint-Dié, entre 340 et 350 mètres.

Le niveau de la Bruche, au confluent de la Rothaine, est à 330^{m},13 d'altitude ; celui de la gare à 335^{m},078, le sol de la place de l'église catholique à 341 mètres ; le seuil de la porte d'entrée du presbytère protestant, à 346^{m},11.

C'est là que se trouve la station météorologique que j'ai établie il y a vingt ans, mais qui n'a été complétée qu'à la fin de 1869, époque à laquelle j'ai commencé à envoyer mes observations à la commission de météorologie d'Épinal, comme je le fais encore, bien que l'annexion nous ait détachés du département des Vosges.

Le niveau de la cuvette de mon baromètre est à 347^{m},55 d'altitude, ainsi que la surface de réception de mon pluviomètre. Ma station peut donc être indiquée à l'altitude de 347 mètres environ*.

Les instruments dont je me sers sont : un baromètre à mercure,

* Je signalerai à cette occasion une erreur qui s'est glissée sur la carte de l'état-major français. On y trouve, près de Rothau, un point coté 374^{m}. Ce chiffre est évidemment inexact, et il induit en erreur bien des personnes. Sans vouloir soulever ici une question de détails, dans laquelle je pourrais m'appuyer sur des nivellements récents et sur mes propres observations, je crois pouvoir affirmer que l'altitude de Rothau, à une quinzaine de mètres au-dessus du confluent de la Bruche et de la Rothaine, est d'environ 347 mètres. (Il y a peut-être eu interversion des chiffres : 374 pour 347.)

système Fortin, de grandeur moyenne, muni d'un vernier au 20e de millimètre; — un thermomètre minima à alcool et un maxima au mercure; — un psychromètre et un évaporomètre Piche.

Ces instruments sont placés en dehors d'une fenêtre, au nord, à l'air libre; mais à l'abri des rayons du soleil et de la réverbération, à deux mètres au-dessus du sol d'une prairie. Dans un champ voisin dont le sol est à 346m,21, se trouve le pluviomètre (modèle de l'Association scientifique) dont la surface de réception, de 4 décimètres carrés, est à 1m,35 au-dessus du sol.

Les observations sont faites trois fois par jour : à 6 heures du matin, à 2 heures et à 10 heures du soir, c'est-à-dire de 8 heures en 8 heures, partageant ainsi la journée en trois parties égales. — Le pluviomètre et l'évaporomètre sont observés le matin et le soir, pour avoir la différence entre le jour et la nuit.

II. — Résumé des observations météorologiques.

Je ne donnerai ici que le résultat de mes observations météorologiques pendant les cinq dernières années, 1881-1885, période plus facile à comparer avec les stations d'une création plus récente.

1° *Pression atmosphérique.*

En comparant les résultats obtenus au moyen des trois observations diurnes, 6 heures du matin, 2 heures et 10 heures du soir, celle du milieu du jour me paraît suffire pour déterminer la moyenne de la hauteur barométrique. Ainsi, en 1881, la moyenne des trois lectures journalières a été de 730mm,32, et celle de 2 heures 730mm,10. Le tableau suivant est extrait des lectures faites au milieu du jour.

Observations barométriques à 2 heures de l'après-midi.

Années	Minim.	Dates	Maxim.	Dates	Écart.	Moyenne
1881	710.0	11 février	745.6	26 décembre	35.6	730.10
1882	709.4	7 décembre	752.0	16 janvier	42.6	730.63
1883	711.8	6 novembre	748.4	23 février	36.6	730.46
1884	704.0	20 décembre	744.5	21 janvier	40.5	731.13
1885	710.2	10 octobre	742.8	16 décembre	32.6	729.51
Période quinquennale						
Extrêmes.	704.0	20 déc. 1884	752.0	16 janv. 1882	42.6	
Moyenne						730.36

La moyenne des cinq années a été de 730mm,36 ; mais comme il y a eu une correction à faire, la hauteur moyenne à Rothau est de 730 millimètres en général. Il faut donc ajouter à chaque lecture 30 millimètres, pour la comparer à celle du niveau de la mer.

Le point le plus élevé dans cette période quinquennale a été de 752 millim. le 16 janvier 1882, et le minimum de 704, le 20 décembre 1884 :

Ce qui donne un écart de 48 millimètres.

Le plus grand écart annuel, 42mm,6, s'est produit en 1882, et le plus faible, 32.6, en 1885.

2° Température.

La température moyenne déduite des maxima et des minima, a été, pour la période quinquennale, de 8°43; et celle qui est tirée des trois observations diurnes, ne s'élève qu'à 7°73. En général, la première est supérieure à la seconde, mais moins en hiver qu'en été.

C'est en 1881 que se sont produits les extrêmes de température de la période. La température la plus basse a été obvervée

le 22 janvier. — 19°3
et la plus haute le 19 juillet. . . . . + 34,3

ce qui donne un écart quinquennal de. . . . . 53°6

C'est en même temps le plus grand écart annuel; les autres ont varié de 40°3 à 44°7, ainsi qu'on le voit dans le tableau suivant :

Température à Rothau de 1881 à 1885.

	Minimum.	DATES	Max.	DATES	Écart.	Moy. des Extr.	MOYENNES 6h m.	2h s.	10h s.	Moy. des 3 obs. diurnes.
1881	— 19°,3	22 janvier	34°,3	19 juillet	53°,6	8°,30	5°,64	11°,10	6°,54	7°,45
1882	— 11 ,7	27 déc.	28 ,6	24 juin	40 ,3	8 ,02	6 ,00	11 ,27	7 ,02	7 ,83
1883	— 11 ,5	13 mars	28 ,8	14 août	40 ,3	8 ,34	5 ,80	11 ,14	6 ,60	7 ,53
1884	— 9 ,3	1er déc.	32 ,0	13 juillet	41 ,3	9 ,08	6 ,18	11 ,98	7 ,09	8 ,08
1885	— 16 ,7	12 déc.	28 ,0	5-8 juin	44 ,7	8 ,42	5 ,92	11 ,51	6 ,78	7 ,75
Extrêmes.	— 19°,3	22 janv. 81	34°,3	19 juill. 81	53°,6					
Moyennes.						8°,43	4°,91	11°,40	6°,81	7°,73

La différence des extrêmes pour un même jour atteint quelquefois 20°; ces écarts maxima se produisent d'avril à août, et sont en général de 17° à 19°.

Les matinées sont généralement froides dans la vallée, et le soir la fraîcheur se fait aussi vite sentir après le coucher du soleil.

Les variations de température sont aussi parfois très brusques d'un jour à l'autre.

Les *minima inférieurs à zéro* se prolongent souvent jusqu'au mois de mai, ce qui a eu lieu en 1881, 1882 et 1885. En 1883 et 1884, ils se sont arrêtés en avril. — Ils recommencent généralement en octobre; il n'y a eu d'exception dans la période quinquennale que pour 1882, où ils ne se sont produits qu'en novembre.

Les *moyennes mensuelles* n'ont été inférieures à zéro qu'en janvier 1881, 1882 et 1885 (— 3°51 — 0°55, — 2°38); c'est le mois le plus froid de la période; puis vient décembre.

Les moyennes de janvier 1883 et 1884 ont été de + 0°98 et + 3°67. Celles de décembre de 1881 à 1885 ont été de 0°79, 2°05, 1°67, 2°10 et 0°39 ; et leur somme donne + 7°, tandis que la somme des moyennes des 5 mois de janvier de la période ne donne que — 1°79.

La moyenne des mois d'été, juin, juillet et août, a varié entre 13°19 (juin 1884) et 19°15 (juillet 1881). En voici le tableau :

	1881	1882	1883	1884	1885	TOTAL des moyennes
	—	—	—	—	—	—
Juin	15°,37	14°,45	15°,67	13°,19	16°,64	73°
Juillet.	19 ,15	15 ,56	16 ,66	18 ,53	17 ,31	85
Août	17 ,10	15 ,35	15 ,85	17 ,58	14 ,81	78

Juillet est le mois qui donne la plus grande quantité de chaleur, puis viennent août et juin.

3° Pluie et neige.

Les précipitations atmosphériques sont très abondantes dans la vallée de la Bruche, et spécialement à Rothau. Ce résultat est dû sans doute à l'altitude, à la proximité des montagnes et des forêts, mais aussi et surtout à la direction de la vallée du S.W. au N. E. Les nuages arrivant de l'W. et du S.W. y sont comme encaissés et y déposent le produit de leur condensation avant de franchir la chaîne du Champ-du-Feu.

L'année la moins pluvieuse de la période a été 1881, qui a donné 906^{mm} en 182 jours pluvieux ; par contre, 1882 a produit 1,771^{mm},7 en 218 jours.

La moyenne des 5 années a été de 1,262^{mm},3 en 188 jours ; celle des 5 années précédentes, de 1,497^{mm},1 et celle des 16 années 1870 à 1885, de 1,231^{mm},6.

La plus forte chute d'eau en un jour s'est produite le 1er juillet 1883, à la suite d'un violent orage accompagné de grêle, et a donné 71^{mm},4. — Le 31 décembre 1879, il y avait eu 96^{mm},2.

Quatre autres chutes diurnes ont dépassé 50 millimètres.

En 1882 { le 29 septembre . 52^{mm},8 ; le 31 décembre . 58 ,1

En 1885 { le 5 mars. . . . 51^{mm},8 ; le 11 septembre . 51 ,6

Les mois qui ont donné le total le plus élevé sont les deux derniers de 1882 :

Novembre.	351^{mm},7 en 26 jours.
Décembre	300 ,3 en 21 —

Puis viennent les maxima mensuels des autres années :

1884 décembre.	263^{mm},0 en 18 jours.
1885 octobre.	236 ,8 en 21 —
1883 juillet	223 ,5 en 25 —

Celui de 1881 n'a pas dépassé 148^{mm},7 en septembre.

Le mois qui a fourni le moins d'eau est janvier 1885, soit 18mm,4 en 8 jours ; puis vient mars 1884, avec 25mm,4 en 8 jours.

Dans la période quinquennale précédente, 1876 à 1880, j'ai noté quatre mois dont la hauteur d'eau a dépassé 300 millimètres.

1876	Février	342mm,5	1880	Octobre. . . .	331mm,6
	Mars	320 ,6		Décembre . . .	322 ,6

Le mois de janvier 1880 a donné le minimum de mes 16 années d'observation, soit 17mm,1 en 7 jours.

Eau de pluie, de neige et d'orage, de 1881 à 1885.

ANNÉES.	Jours plu-vieux.	Hauteur totale.	MAXIMUM en un jour.	Pluie seule.	Neige.	Neige et pluie.	Jours d'orage.	Pluie d'orage.
		m/m	m/m	m/m	m/m	m/m		m/m
1881	182	906,0	40,8 le 2 sept.	838,2	62,5	5,3	21	124,9
1882	218	1771,7	58,1 le 26 déc.	1514,3	212,7	44,7	21	137,4
1883	192	1211,9	71,4 le 1er juill.	1062,2	107,1	42,6	22	211,6
1884	167	1047,7	40,5 le 5 déc.	947,8	61,0	38,9	11	78,4
1885	180	1374,1	51,8 le 5 mars. / 51,6 le 11 sept.	1312,3	39,4	22,4	20	93,2
Totaux . .	939	6311,4	71,4 le 1er juill. 83	5674,8	482,7	153,9	95	645,5
Moyenne annuelle	188	1262,3		1134,9	96,5	30,8	19	129,1

En mesurant séparément les précipitations qui tombent sous forme de pluie et de neige, j'ai obtenu pendant les cinq années un total de :

	Pluie seule.	Neige seule.	Pluie et neige.
	m/m	m/m	m/m
	5674,8	482,7	153,9
Soit par an :			
	1134,9	96,5	30,8

En réunissant à la neige le mélange de pluie et de neige, on obtient la proportion de 1/10 pour la neige et 9/10 pour la pluie.

Ce qui tombe en neige sur les hauteurs, se résout en pluie et neige et quelquefois en pluie seule dans la vallée.

C'est l'année 1882 qui a produit le plus de neige, soit 212mm,7 de neige seule, plus 44mm,7 de pluie et de neige. Les années 1881 et 1884 n'ont donné que 62,5 et 61,0, avec 5,3 et 38,9 de pluie et de neige.

La neige tombe parfois assez abondamment ; il n'est pas rare qu'une seule chute produise une épaisseur de 20 à 25 centimètres ; nous en avons eu de 30 centimètres et même davantage. La quantité est plus grande encore sur la montagne. Les chiffres suivants peuvent donner une idée de la proportion entre Rothau (altitude 347 mètres) et la Melkerei, station forestière près du Champ-du-Feu, à l'altitude de 930 mètres, et un peu sur le versant oriental.

	ROTHAU.		MELKEREI.	
	Jours.	Neige.	Jours.	Neige.
	—	— m/m	—	— m/m
1884 : de janvier à avril ou mai	12	26,8	29	156,6
d'octobre à décembre.	9	34,0	20	230,9
Total. . .	21	60,8	49	387,5
1885 : de janvier à mars ou mai	8	15,0	34	162,0
d'octobre à décembre.	12	25,0	18	88,8
Total. . .	20	40,0	52	250,8

Cette différence se remarque aussi pour la hauteur totale de l'eau tombée dans l'année :

	ROTHAU.		MELKEREI.	
	Jours.	Eau.	Jours.	Eau.
	—	— m/m	—	— m/m
En 1884.	167	1047,7	180	1374,1
En 1885.	165	1318,2	167	1697,0

Les chutes de neige commencent quelquefois au mois de septembre au Champ-du-Feu, comme en 1885, mais à Rothau seulement à la fin d'octobre ; quelquefois même ce n'est qu'en novembre. Les dernières chutes ont lieu en avril ; en 1885 elles ont cessé le 24 mars ; mais à la Melkerei, il en est encore tombé le 19 mai.

4° *Orages.*

Les pluies d'orage sont parfois très abondantes. Comme exemple, je citerai l'orage du 1er juillet 1883, où il est tombé, en une heure, à Rothau, une hauteur de 72 millimètres d'eau. La vallée de la Rothaine a été dévastée par l'eau et la grêle.

Le 6 septembre 1879, il y en eut un semblable qui donna 43mm,3 à Rothau, et 72 millimètres à Belmont (900 mètres d'altitude), d'où il ravagea la vallée de Waldersbach.

Ces orages sont parfois tout à fait locaux ; ainsi, celui du 6 septembre 1879 n'a donné que 14 millimètres d'eau sur l'autre versant de la montagne, à la Melkerei.

Le nombre des jours d'orage est en moyenne de 19 par an (quelquefois il y a deux ou trois orages par jour) ; mais sur les 5 années, 4 en ont eu de 20 à 22, et une seule, 1884, n'en a compté que 11, avec 70 millimètres d'eau ; tandis que les 22 jours d'orage de 1883 ont donné 211mm,6 d'eau.

Les orages viennent généralement du S.W. ; mais quelquefois ils se bifurquent : les uns n'éclatent pas sur la vallée de la Bruche ; les vents d'ouest les poussent par-dessus le Champ-du-Feu (1,095 mètres), et ils vont se déverser sur le versant oriental ou dans la plaine d'Alsace.

Si c'est le vent du S. qui prédomine, ils restent entre la chaîne du Donon et celle du Champ-du-Feu et suivent la vallée.

Quelquefois les orages venant du S.W. et de l'W. restent en deçà des Vosges, et alors nous n'entendons que le bruit lointain du tonnerre, ou n'apercevons que les éclairs par delà les crêtes.

Il nous vient aussi quelquefois des orages, même très violents, du N. et du N.-E. Celui du 1er juillet 1883 venait du N.-E.

Les orages sont quelquefois accompagnés de grêle plus ou moins forte, qui produit des dégâts importants. Néanmoins, aucune région de la vallée n'est plus exposée que l'autre à la grêle.

5° *Vents.*

Les vents suivent en général la direction de la vallée : ce sont donc surtout les courants du S.W. et du S., du N. et du N.-E. qui sont les plus fréquents. Le vent d'E. est extrêmement rare à Rothau, à cause de la proximité de la montagne.

La direction du courant superficiel est observée par une girouette placée sur un bâtiment isolé, à une hauteur de 15 mètres au-dessus du sol. Le matin, la girouette indique quelquefois la direction S., quand bien même le courant dominant est du N. ou du N.W., ce qui provient du courant descendant ou ascendant qui se produit le matin et le soir dans la vallée.

L'intensité du vent de 0 à 4, à trois observations par jour, varie mensuellement, en moyenne, de 0,8 à 1,6. La moyenne annuelle est de 1,1.

L'intensité de 3 à 4, qui indiquent les vents forts, se produit de 35 à 65 jours par an, soit en moyenne 45 jours.

Le nombre des observations où le vent était nul, a varié de 180 à 250 par an, soit en moyenne 285 sur 1,095 observations, c'est-à-dire le cinquième.

Il y a parfois des bourrasques très violentes qui produisent des dégâts importants sur les flancs boisés des montagnes.

Vents dominants à Rothau et leur intensité moyenne.

MOIS	1881		1882		1883		1884		1885	
	Vents.	Intens.	Vents.	Intens.	Vents.	Intens.	Vents.	Intens.	Vents.	Intens.
Janv..	N.SW	1.22	N. SW	0.90	N. NE	1.17	S. SW	1.16	N. SW	1.20
Févr..	SW.S	0.98	N. S. SW	0.96	N. SW	0.90	S. N	1.07	S. N	1.14
Mars.	SW.N	1.50	SW. N	1.08	NE. SW	1.56	N. S	0.99	N. S	1.60
Avril.	N	1.05	S. SW	1.31	NE. SW	1.20	N	1.00	N. SW	1.20
Mai. .	N. NE	1.10	S. N	0.98	N. SW	0.96	N. S	1.10	S. SW	1.20
Juin..	SW. S	0.76	S. SW	1.10	S. N	0.83	N. S	1.10	N. SW	1.40
Juill .	S. SW	1.00	S. SW	0.90	SW	1.00	S. N. SW	1.03	SW	1.20
Août .	SW. S	1.00	S. SW	1.15	N. SW	1.10	N. S. SW	0.90	SW	1.20
Sept .	S. N.	0.84	S. N	0.87	S. SW	0.89	N. S. SW	1.05	NE	1.10
Oct. .	NE. N	1.17	N. S	0.96	N. SW	1.20	S. SW	1.12	SW. NE	1.30
Nov..	S. SW	0.95	SW. S	1.24	S. SW	1.05	S. N	0.96	SW	1.40
Déc. .	SW.N	1.13	S. SW	1.10	S. N	1.30	SW. S. N	1.50	NE. SE	1.25
Moyenne annuelle		1.05		1.00		1.09		1.09		1.27

6° État hygrométrique de l'air.

L'humidité relative de l'air a été déterminée au moyen d'un psychromètre. Le maximum 100 s'observe assez fréquemment dans les mois d'hiver, mais aussi le matin ou le soir au printemps et en automne, lorsque les brouillards envahissent la vallée.

En été, l'observation du milieu du jour ne donne quelquefois que 30, mais ne descend pas au delà. La moyenne annuelle de l'observation de 2 heures varie entre 72 et 78. Les moyennes mensuelles et annuelles de 10 heures du soir sont en général un peu inférieures à celles de 6 heures du matin.

La moyenne générale de 4 années, 1878 à 1881, a été de 84,30, calculée au moyen des 3 observations diurnes. 1881 a donné la moyenne la plus faible, 83,85, et 1879 la moyenne la plus forte, 84,70.

La tension de la vapeur d'eau dans l'air, calculée en millimètres d'après le degré hygrométrique, a été pour 1881 de $6^{mm},99$, ce qui est le minimum. Mais la moyenne pour les 4 années 1878-1881 a été de $7^{mm},24$.

L'évaporation, observée au moyen de l'évaporomètre Piche, s'élève annuellement au total de 350 à 370 millimètres, ce qui fait en moyenne 1 millimètre par jour. En hiver, cette moyenne est de 0,4 et en été de 1,6.

État hygrométrique de l'air de 1878 à 1881.

	HUMIDITÉ RELATIVE POUR 100				TENSION de la vapeur en m/m.
	6^h matin.	2^h soir.	10^h soir.	Moyenne des 3 obs.	
1878	89.60	76.35	86.96	84.30	7,53
1879	88.50	78.20	87.50	84.70	7,03
1880	90.57	72.28	90.18	84.35	7,40
1881	90.19	72.11	89.26	83.85	6,99
Moyenne.	89.71	74.73	88.47	84.30	7,24

7° État du ciel.

L'azur du ciel est en général plus souvent invisible que visible. Il est des mois où il n'y a pas une seule journée sans nuage : ainsi, août, octobre et décembre 1882, juillet et décembre 1883, avril 1884.

Les mois qui comptent le plus de jours totalement découverts, ont été en :

1882	1883	1884	1885
Février, Mars, } 10 jours.	Août, 11 jours.	Août, 11 jours.	Janvier, 11 jours.
		Septembre, 10 —	Juillet, 13 —

La moyenne par an de jours totalement découverts est de . 50
celle de jours tout à fait couverts, est presque double. . . . 97
et les jours plus ou moins nuageux forment les 3/5 de l'année. 218

Nombre de jours totalement couverts ou découverts observés de 6 heures du matin à 10 heures du soir.

	1881		1882		1883		1884		1885	
	Déc.	Couv.	Déc.	Couv.	Déc.	Couv.	Déc.	Couv.	Déc.	Couv.
Janv. .	3	6	4	14	3	7	1	15	11	9
Févr. .	4	11	10	5	4	7	4	11	4	9
Mars .	6	7	10	5	4	8	7	6	8	12
Avril .	1	11	6	3	1	3	0	10	7	4
Mai. .	6	6	3	3	5	7	8	5	1	4
Juin. .	1	4	1	5	1	1	1	4	9	2
Juillet.	7	1	2	8	0	6	4	2	13	4
Août .	2	7	0	4	11	1	12	3	5	3
Sept .	2	7	1	14	2	8	10	3	6	8
Oct. .	1	11	0	10	2	12	4	16	1	17
Nov. .	6	7	2	16	2	9	4	15	2	17
Déc. .	4	8	0	18	0	19	4	19	3	16
Totaux. .	43	76	39	105	37	89	59	109	70	105

Les mois où la nébulosité du ciel, observée trois fois par jour, à 6 heures du matin, 2 heures et 10 heures du soir, a été la plus faible, se trouvent naturellement en été :

Juillet 1881 } = 3.3
Août 1883 }

Juin 1885 = 3.2
Juillet 1885 = 3.1

C'est donc le mois de juillet 1885 qui aurait été le moins nuageux de la période.

Ce sont les mois d'hiver qui ont la nébulosité la plus forte.

Tels ont été :

Décembre 1883 = 8.8
Décembre 1882 = 8.5
Décembre 1884 = 8.1

Septembre 1882 = 8.0
Janvier 1884 } = 7.7
Octobre 1885 }

État du ciel à Rothau en 10es.

Nébulosité en 10es.

	1881	1882	1883	1884	1885	Moyennes des 5 années.
Janvier. .	5.8	6.8	6.3	7.7	4.3	6.2
Février. .	7.0	5.4	6.2	5.9	6.1	6.1
Mars. . .	5.5	4.6	6.5	5.2	6.1	5.6
Avril. . .	6.7	5.2	5.5	5.9	4.5	5.5
Mai . . .	4.4	4.8	5.2	4.4	5.9	4.9
Juin . . .	5.0	6.5	4.6	5.8	3.2	5.0
Juillet . .	3.3	5.6	6.7	3.9	3.1	4.5
Août. . .	5.0	6.5	3.3	3.8	3.7	4.1
Septemb..	6 3	8.0	6.0	3.8	5.6	5.9
Octobre. .	7.4	6.7	6.7	7.6	7.7	7.2
Novemb. .	5.3	7.6	7.5	6.5	7.6	6.9
Décemb. .	5.7	8.5	8.8	8.1	7 1	7.6
Moyennes.	5.6	6.3	6.1	5.8	5.4	5.84

La moyenne de la période quinquennale est de 5.84.

8° Brouillards, rosée, gelée blanche, ozone.

Les *brouillards* apparaissent presque toute l'année ; cependant ils sont assez rares de juin à septembre. Mais en toute saison, il y a souvent une brume plus ou moins forte dans le fond de la vallée et le long des côtes boisées. La rivière, les prairies et le feuillage des forêts la favorisent ; elle s'épaissit souvent au point de ressembler au brouillard.

Tantôt les brouillards sont dus à l'abaissement des nuages; tantôt ils nous viennent de la plaine du Rhin en remontant la vallée de la Bruche. Ce phénomène se produit surtout en décembre et en janvier. Il arrive alors fréquemment que sur les hauteurs on jouit d'une atmosphère pure et d'une douce chaleur, tandis que la vallée et la plaine sont ensevelies sous d'épais et froids brouillards. Alors on peut, du Donon et du Champ-du-Feu, apercevoir à l'œil nu les sommets neigeux des Alpes bernoises, émergeant au-dessus d'une mer de nuages. C'est un coup d'œil splendide.

Années.	Nombre de jours de Brou.ll.	Rosée.	Gelée blanche.
1881. . .	59	79	31
1882. . .	63	89	23
1883. . .	43	101	25
1884. . .	29	117	40
1885. . .	26	103	28
Moyennes.	44	98	30

La *rosée* commence habituellement en mars; mais en 1885, elle a déjà apparu aux trois derniers jours de février. Elle cesse d'ordinaire dans la première quinzaine de novembre ; mais en 1881, elle s'est encore montrée les 3 et 4 décembre. Cependant 1881 n'a compté que 79 jours de rosée, tandis que 1884 en a eu 117.

Les rosées sont souvent très fortes; elles donnent parfois 1, 2 et 3 dixièmes de millimètre au pluviomètre.

La *gelée blanche* apparaît quelquefois déjà en octobre, comme en 1881 le 6, et en 1883 le 8 ; mais habituellement, ce n'est que dans les premiers jours de novembre qu'elle commence à se montrer. On en voit quelquefois en décembre et en janvier, comme en 1881 et en 1885 ; mais dans cette saison, elle est plutôt remplacée par la gelée proprement dite.

Ces gelées blanches se prolongent souvent assez tard dans l'année, comme le 22 mai 1883, et même le 19 juin 1884 ; mais ce n'est alors que par places, dans des endroits exposés au rayonnement. Ces gelées tardives produisent souvent de grands dégâts, surtout pour les arbres fruitiers et les pommes de terre. Au printemps de cette année (1886), la gelée du 4 mai a anéanti toute la récolte des arbres fruitiers, mais la pomme de terre n'a pas beaucoup souffert.

Le développement de la végétation, marqué par la floraison d'un cerisier précoce placé près de mon presbytère, se fait habituellement en avril, et a eu lieu de 1881 à 1885, aux dates suivantes : 17, 1, 23, 5, 15. On doit préférer dans la contrée des espèces d'arbres fruitiers qui ne soient pas trop hâtives, afin de ne pas être exposé aux gelées tardives du printemps.

Les *observations ozonométriques* que j'ai faites en 1879 avec le papier Jame, de Sedan, à l'échelle de 0 à 21 degrés, m'ont donné les résultats suivants :

C'est dans les premiers mois de l'année que s'est produite la plus grande quantité d'ozone ; le maximum s'est trouvé en février (12°55); puis viennent mars et janvier. Le mois le plus faible en ozone a été septembre (4°), puis viennent juillet et juin.

La moyenne de l'année a été pour les observations du jour de 8°02, et pour celles de la nuit de 9°28, ce qui fait une différence en plus pour la nuit de 1°26. La moyenne générale diurne a été de 8°65; les observations les plus faibles ont été de 2 degrés et les plus fortes de 19 degrés. Les maxima se sont presque toujours produits la nuit.

M. A. ROGER

A Épernay.

DESCRIPTION D'UN APPAREIL DESTINÉ A FACILITER L'EXPLICATION DE LA THÉORIE DE L'ARC-EN-CIEL

— *Séance du 14 août 1886.* —

L'appareil se compose essentiellement :

1° D'une source lumineuse quelconque ;

2° D'un vase cylindrique en verre dans lequel on met de l'eau ;

3° D'un écran pour recevoir l'image.

Quant à l'agencement, il peut prendre des formes diverses, suivant que l'on veut faire l'expérience dans un plan vertical ou dans un plan horizontal et aussi suivant les ressources dont on dispose.

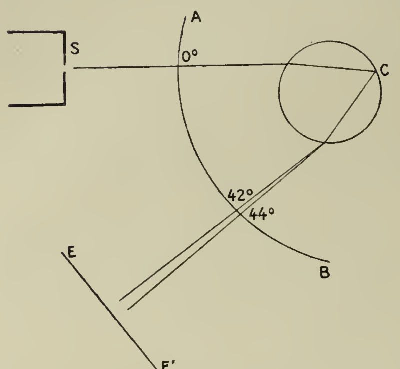
L'appareil le plus parfait devrait être composé comme suit :

1° Une lanterne de Duboscq armée d'une fente S ;

2° Un vase cylindrique C ayant un des fonds fermé par une glace ; ce vase rempli d'eau est monté sur un support qui lui permet de prendre à volonté la position verticale ou la position horizontale ;

3° Un écran E;

4° Un arc de cercle A B divisé en degrés, permettant d'évaluer l'angle compris entre le rayon incident et le rayon réfracté;



5° Deux verres, un violet et un rouge, permettant de montrer la réfraction différente de chaque couleur.

J'emploie une fente et un cylindre pour rendre l'expérience plus visible. Mais il est évident que la fente peut être remplacée par un trou et le cylindre par une sphère.

En donnant aux appareils la disposition ci-dessus et avec de l'eau légèrement trouble, on peut suivre la marche des rayons lumineux dans tout leur parcours et s'assurer que la partie colorée et visible est bien comprise entre 40° et 42°. Cette disposition permet de prendre des mesures suffisantes pour la démonstration.

Si, par exemple, comme dans une école, on ne possède pas de matériel, on peut également faire cette expérience en se servant d'une bougie, d'un flacon cylindrique de verre blanc et, les posant sur une table, on trace sur celle-ci, au moyen d'une ficelle pour compas et d'un morceau de craie, l'arc de cercle. Il est facile, par des moyens tout aussi élémentaires, de diviser cet arc de cercle suffisamment pour la démonstration; puis on observe les rayons réfractés en les regardant à travers un tube de carton ou de papier roulé placé dans leur prolongement.

M. Ch.-V. ZENGER

Professeur à l'École polytechnique, à Prague.

LES AURORES BORÉALES ET LES PERTURBATIONS MAGNÉTIQUES DE L'ANNÉE 1882 COMPARÉES AUX HÉLIOPHOTOGRAPHIES

— *Séance du 14 août 1886.* —

La comparaison des héliophotographies prises les jours précédents ou les jours mêmes où des perturbations magnétiques surviennent, où les aurores boréales apparaissent, a montré, que les images du so-

leil sont entourées de zones blanches ou grises affectant les formes les plus variées, de dimensions parfois énormes, c'est ce qui montre qu'il y a une réaction directe entre le soleil et la terre à travers l'espace interplanétaire, laquelle doit être la cause de ces phénomènes, que nous trahissent les plaques sensibles photographiques, quoique ni l'œil nu, ni le télescope, ni le spectroscope ne nous en puissent accuser l'existence.

On ne peut que penser à une action électrodynamique entre le corps central et notre planète, des décharges de dimensions vraiment colossales entre les deux corps célestes à travers l'espace, une formation de trombes électriques provenant d'une accumulation énorme d'électricité pendant une activité extraordinaire observée par nos télescopes à la surface du soleil.

Cette activité est liée à la période de 11 années, bien connue et établie par les travaux de Wolf et Carrington, laquelle s'étend au nombre des taches, des facules et des protubérances solaires, sur leur extension et grandeur d'une part, et sur les nombres et l'intensité des aurores boréales, des perturbations magnétiques et de l'intensité des courants terrestres d'autre part.

Je suppose que l'électricité accumulée produit des mouvements giratoires de vitesse et de force extraordinaire, des trombes électriques, qui pénètrent dans l'espace au fur et à mesure du potentiel de l'électricité accumulée dans la chromosphère et dans la couronne solaire, qu'elle est traversée par le mouvement giratoire de la trombe électrique. Cette trombe produit la condensation des particules qui composent la couronne et qui font, d'une part, les conducteurs transportant l'électricité solaire dans l'espace interplanétaire près de la surface du soleil, et qui, d'autre part, les fait propager dans l'espace interplanétaire même, en agissant sur les particules météoriques qui remplissent l'espace et qui comme les météorites le traversent en toute direction. La trombe originaire du soleil se prolonge ainsi jusqu'aux planètes mêmes et le haut potentiel de ces trombes électriques devient la cause de ces perturbations de la force magnétique terrestre, des mouvements irréguliers de l'aiguille aimantée ainsi que des courants induits terrestres ; enfin les décharges électriques entre cette trombe électrique qui s'est formée à la surface solaire, a traversé et bouleversé la couronne, pour se lancer dans l'espace interplanétaire où les poussières météoriques et peut-être les essaims de météorites mêmes leur ont servi de conducteur électrique, sont conduites jusqu'à la surface des planètes et produisent les belles aurores boréales, ces ravissantes décharges électriques en aigrettes, ou ces belles auréoles, comme nous les voyons dans les tubes de Geissler aux gaz raréfiés.

C'est ainsi que s'explique la simultanéité des aurores boréales, comme dans l'année 1882, en avril et en novembre, sur deux hémisphères ; d'abord, la simultanéité des perturbations magnétiques et des courants terrestres sur la terre entière avec des taches solaires grandes et fortement agitées et avec de grandes éruptions solaires, comme l'ont démontré MM. Airy et Wild, depuis les grandes perturbations magnétiques de 1880 et 1881.

L'apparition d'un grand et laborieux catalogue des aurores boréales de M. Rubenson m'a conduit à une observation qui, pour ainsi dire, nous fait prendre le soleil sur le fait. J'y trouvais décrite une aurore boréale de durée et d'éclat extraordinaire et très remarquable par les transformations rapides ressemblant à des explosions, enfin par les formes curieuses de filets de lumière électrique.

J'ai eu la bonne chance de lire peu de jours d'avance dans l'ouvrage de Guillemin : *le Ciel,* la description d'une explosion solaire observée pendant les jours de l'aurore boréale décrite par M. Rubenson, par M. Young pendant deux jours consécutifs à Boston en Amérique.

Je ne peux faire mieux que de mettre sous vos yeux le récit du météorologue suédois et de l'astronome américain pour faire voir le parallélisme et la simultanéité du phénomène terrestre et solaire. C'est cette juxtaposition qui nous montre le phénomène terrestre, comme on constatait en miniature le phénomène solaire, télégraphié, pour ainsi dire, de la surface solaire à la surface terrestre à travers l'espace céleste.

Aurore boréale observée en Suède les 6 *et* 7 *septembre* 1871.

Upsala : 6 septembre 1871 à 9 heures 10 minutes. Lueur extrêmement faible *sous forme d'arc* à NE, jusqu'à minuit faibles lueurs *sous forme d'arc* (Rubenson).

Upsala : 7 septembre, 9 heures à 10 heures 20 minutes. Aurore très forte et belle, étonnante par la rapidité de ses mouvements et de ses modifications, émettant de *grosses flammes* ressemblant à *des fusées,* et plusieurs météores traversant le ciel à Œsterlœf, accompagnés d'éclairs à 9 heures du soir ; le 8 septembre à Landsort (Phare), de 11 heures 30 minutes du soir jusqu'à 3 heures du matin, aurore grandiose.

Explosion solaire et protubérance observées les 6 *et* 7 *septembre* 1871 *à Boston en Amérique.*

Boston : à midi, 6 septembre 1871. Une protubérance énorme, mais calme et *immobile,* en forme des figuiers d'Inde à plusieurs colonnes, surmontée comme de feuillage très répandu et se réunissant en une seule couronne.

Boston : A 12 heures 55 minutes, le 7 septembre 1871. Quelle ne fut pas ma surprise, dit M. Young, quand, revenu moins d'une demi-heure après, je vis que cet objet en forme de figuier d'Inde, dont le pilier méridional est devenu, à 12 heures 30 minutes, très brillant et singulièrement courbé d'un côté, a éclaté et avait été littéralement réduit en morceaux par quelque incroyable explosion de bas en haut ! A la place du nuage en forme de feuillage d'arbre que je venais de quitter, l'air était parsemé de débris flottants, *de filaments en forme de fuseaux* verticaux de 10" à 30" de longueur sur 2" ou 3" de largeur, plus brillants et plus serrés où se trouvaient les piliers et s'élevant rapidement.

Quelques-uns de ces filaments avaient atteint déjà une hauteur à peu près de 4' ou de 161,000 kilomètres ; je pus alors suivre des yeux leur mouvement ascensionnel qui, en 10 minutes, les porta à 340,000 kilomètres au-dessus de la surface solaire, la moyenne de trois déterminations concordantes donne 7' 49" pour l'extrême altitude atteinte. Jamais l'hydrogène rouge n'avait été observé jusqu'ici à une hauteur dépassant 5'. La vitesse d'ascension de 260 kilomètres par seconde, est la plus considérable de toutes celles constatées jusqu'ici.

A mesure que les filaments s'élevaient, ils s'effaçaient graduellement, comme une nuee qui se dissout. A 1 heure 15 minutes, quelques parcelles nébuleuses, et plus bas, près de la chromosphère, *quelques bandes plus brillantes* restaient seules à la place du phénomène. Mais dans cet intervalle, le petit nuage orageux avait grandi, s'était développé d'une façon surprenante en un *amas de flammes,* roulant et changeant incessamment de forme. D'abord ces flammes etaient comme refoulées en bas, le long de la surface solaire ; puis elles s'elevèrent comme une pyramide de 85,000 kilomètres de hauteur, dont le sommet s'étira en longs filaments fort curieusement enroulés en arrière et de haut en bas comme les volutes d'un chapiteau ionien ; à la fin elles s'affaiblirent, et à 2 heures 30 minutes elles s'évanouirent comme tout le reste.

Est-il possible de peindre une miniature du grand événement solaire plus ressemblante, que le fait M. Rubenson en décrivant l'aurore boréale des 6, 7, 8 septembre 1871, dont les phases différentes nous rappellent et mettent sous nos yeux pour ainsi dire la contre-partie de ce qui se passait à midi le même jour près de la surface solaire ?

On peut distinguer dans le parcours du phénomène solaire, ainsi que dans l'aurore boréale trois phases bien déterminées, que je vais mettre les unes à côté des autres.

Phénomène terrestre du 7 septembre 1871.	*Phénomène solaire du 7 septembre 1871.*
Première phase : Arcs rouge clair et éclairs à 9 heures p. m.	Première phase : Arcs arboriformes, très répandus, de couleur rouge clair, réunis par des colonnes avec la surface du soleil, à 12 heures 30 minutes p. m.
Seconde phase : *Rapidité surprenante de mouvements* des flammes rouges et de leur changement de forme à 9 heures 30 minutes, et à 10 heures p. m. formation de larges *flammes en forme de fuseaux.*	Seconde phase : *Explosion de force inouïe,* déchirement des arcs et transformation en *nombreux filaments* rouge clair *en forme de fuseaux* qui s'arrangent en pyramide. *Rapidité énorme de mouvement et de transformation,* à 12 heures 55 minutes p. m.
Troisième phase : *Rayons roses et rosâtres, s'élevant rapidement jusqu'au zénith* à 10 heures p. m., après 10 heures il n'y restait qu'une lueur faible.	Troisième phase : *Soulèvement rapide* à la hauteur énorme de 340,000 kilomètres et *déchirement de flammes en filaments* fins et recourbés en bas. A 2 heures 30 minutes tout a disparu.

Ces trois phases montrent à très près les mêmes intervalles de temps, comme cela doit être si la manifestation d'énergie solaire est la cause des perturbations terrestres.

L'intervalle de la 1re à la 2e phase du phénomène terrestre est de 30 minutes, du phénomène solaire de 25 minutes ; l'intervalle de la 1re à la 3e phase pour le phénomène terrestre est de 1^h0^m et pour le phénomène solaire de 1^h10^m. La seconde phase étant due au développement maximum du phénomène terrestre et solaire nous donne l'intervalle de 9^h0^m entre la manifestation d'énergie maximum solaire et celle à la surface de la terre, d'où on trouve la vitesse du parcours de l'induction électrique solaire jusqu'à la surface de la terre de 20 millions de milles géographiques en 9 heures ou de 222,222 milles par heure, c'est ce qui donne la vitesse par seconde de 6,173 milles géographiques ou de 4,683 kilomètres.

La vitesse qui se rapproche le plus de cette vitesse d'induction so-

laire à travers l'espace interplanétaire, est celle du courant électrique dans les câbles sous-marins de 4,000 kilomètres par seconde ; or la vitesse la plus rapprochée sur le soleil est, d'après Secchi, la vitesse maximum des éruptions solaires de 900 kilomètres par seconde, et d'un autre côté la vitesse du courant galvanique dans le fil de fer télégraphique de 11,690 kilomètres par seconde, toute autre vitesse connue est beaucoup plus petite, ou encore plus grande, comme celle du courant électrique induit de 18,400 kilomètres, de la lumière de 300,000 kilomètres, des éclairs solaires de 200,000 kilomètres d'après Peters, et de la décharge de la bouteille de Leyde de 463,500 kilomètres par seconde.

Reste à dire que cette transformation de l'énorme énergie solaire manifestée dans leur bouleversement superficiel, par les mouvements giratoires en haute tension électrique n'a rien d'exagéré, ni de douteux, et que la formation de trombes électriques dans le vide rempli de poussières fines, par exemple de poussières météoriques, est un fait bien établi par l'expérience récemment faite avec de la poussière très fine, produite par le magnésium brûlé dans la cloche de verre et rapidement évacuée. La poussière est si fine, qu'elle met 10 heures pour disparaître même sous la cloche vidée, mais en introduisant dans la cloche par deux conducteurs opposés la décharge d'une machine électrique de Holtz, on voit se former tout de suite la trombe électrique, l'oxyde de magnésium se condenser en flocons et se déposer sur la plaque et sur les côtés de la cloche de verre.

Par cette condensation des particules de poussières météoriques, des aiguilles de glaces formées par la combustion de l'hydrogène, se trouvent transportées par la trombe électrique solaire, du moins, jusqu'aux bords de la couronne solaire, laquelle peut-être est composée de particules solides et fines, comme le quobar d'Afrique ou la fumée apparente obscurcissant l'air en Espagne, la callina, qui s'élève parfois à 1,000 mètres de hauteur.

Elle me semble la cause réelle des espaces blanc de neige ou blanchâtres, même grisâtres, qui entourent l'image photographique du soleil quand les perturbations magnétiques, électriques et les aurores boréales se manifestent dans l'atmosphère et à l'intérieur de la croûte terrestre. C'est l'absorption des rayons solaires produite par les trombes électriques se soulevant de la surface solaire à travers la chromosphère et la couronne, et pénétrant enfin l'espace planétaire avec la vitesse du courant électrique dans le câble sous-marin, montrant ainsi le retard que la vitesse du courant subit dans un espace isolé par la self-induction. Le fil du câble est ainsi représenté par les flocons de matières condensées météoriques solides dans les espaces interplanétaires, l'isolateur par le vide presque absolu de l'espace interplanétaire.

Les rayons solaires ne peuvent pénétrer dans l'espace où marche cette trombe électrique. A cause de la condensation de particules météoriques, il se forme des nuages plus ou moins denses et affectant les formes de la trombe conique, ou si nous nous trouvons près de l'axe de la trombe dans la direction vers le soleil, nous voyons les tranches du cône circulaires ou plus ou moins elliptiques, ces zones blanches que j'ai appelées zones d'absorption.

C'est encore la photographie qui nous a révélé les grands mouvements tourbillonnaires qui s'effectuent sous l'influence de l'induction électrique du soleil agissant à travers l'espace interplanétaire, en produisant des condensations de la matière pulvérulente qui fourmille dans l'espace planétaire et produisant ainsi des espaces opaques à la lumière actinique, invisible à l'œil nu ou armée du télescope le plus puissant, mais visible à la plaque sensible, qui nous représente le lieu, la direction et la forme de ces trombes électriques remplies à l'intérieur de la matière condensée et produisant une ombre actinique sur la plaque au gélatino-bromure ou à l'émulsion de collodion bromo-chlorurée d'argent, colorée à la solution chlorophyllée éthérique.

Pour chasser tous les doutes qui ont été émis relativement à ces phénomènes étonnants que nous révèle la photographie, j'ai fait les expériences suivantes qui m'ont été indiquées par le savant secrétaire de la Société royale de Londres, M. Stokes. Un écran en carton blanc et de la largeur à peu près de l'image du soleil sur la plaque photographique, 1 millimètre dans notre cas, est mis aussi près de la plaque que possible. L'exposition faite, ils doivent reproduire les phénomènes entourant l'image solaire photographique, s'ils sont réels ; ils doivent au contraire disparaître, s'ils sont dus au reflet de la surface postérieure de la plaque de verre. S'il n'y a rien dans les photographies solaires, ni halo, ni zones d'absorption, il n'y a rien non plus autour de l'image blanche de l'écran *ab*, mais s'il y a seulement des halos dans les images solaires dont j'ai obtenu cinq sur chaque plaque, l'un, où le soleil est caché par l'écran, au centre de la plaque, les autres dans les quatre coins, on retrouve le halo même sans traces du disque solaire, par conséquent c'est la représentation du halo des aiguilles de glace formées dans les couches supérieures de notre atmosphère.

S'il y a sur les quatre images des zones d'absorption sans halo, on les retrouve dans l'image centrale, du même côté par exemple, à droite de l'écran, s'il sort à droite dans les quatre autres images (fig. 1) montrant l'image avec et sans l'écran ; la différence de la forme des zones provient du changement rapide de forme de ces zones d'absorption en leur dessin et en leur grandeur comme il se retrouve dans les plaques exposées sans écran.

S'il y a des halos et des zones d'absorption à la fois, l'écran estompant l'image solaire, on retrouve l'un et l'autre autour de l'image blanche de l'écran, le halo traversant en partie l'écran, les zones se montrant d'abord plus ou moins blanches, à côté de l'image blanche de l'écran, là où se montrent les zones autour du disque sans l'écran.

C'est ainsi la preuve la plus concluante que ces phénomènes sont réels, qu'ils ne proviennent pas de la réflexion par la surface posté-

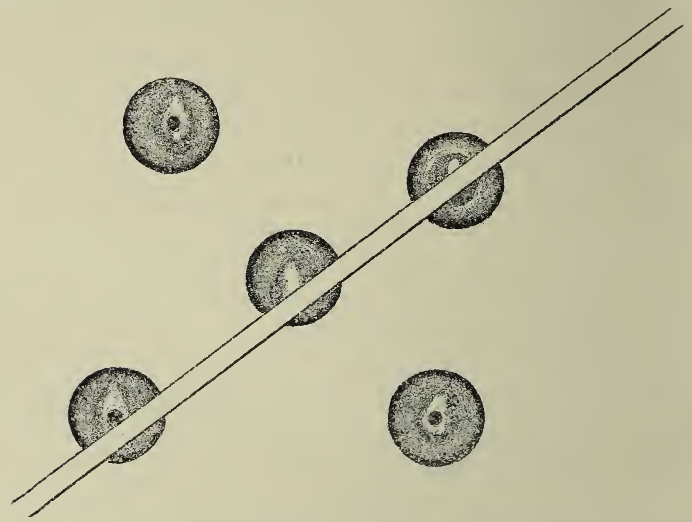


Fig. 1. — 30 juillet 1886. — 10 h. 40 m. T. m. de Prague.

rieure de la plaque, et, en effet, en recouvrant cette surface par une couche de noir de fumée ou de coralline (jaune orangé), on ne trouve aucun changement, même quand on a mis la peinture seulement sur une moitié de la plaque sensible en arrière.

C'est ainsi que j'ai observé depuis 1875 l'apparence dans ces petites photographies du soleil, prises chaque jour au moins une fois, et que j'ai pu rigoureusement constater l'absence des phénomènes d'absorption, quand le temps reste beau et calme, tandis que les zones d'absorption deviennent le signe sûr de perturbations atmosphériques, magnétiques et seismiques, qui ne tardent jamais à se faire sentir en 12 à 24 heures, même parfois en peu d'heures, quoique ni le baromètre, ni les appareils magnétiques, ni même le seismomètre ne montrent trace d'une perturbation approchante.

La table suivante donne la date des jours de perturbation magnétique, des aurores boréales et pour la comparaison les apparences de la photographie du soleil.

Je n'ai pas trouvé pendant les dix ans d'observation photographique journalière d'année aussi remarquable, par des zones parfois énor-

mément larges et par de fortes perturbations magnétiques et le grand nombre des aurores boréales splendides, que l'année 1882, et c'est pourquoi j'ai choisi cette année pour la comparaison.

TABLE DES AURORES BORÉALES, DES PERTURBATIONS MAGNÉTIQUES ET DES HÉLIOPHOTOGRAPHIES DE L'ANNÉE 1882.

I. — Janvier : 19. Fortes perturbations magnétiques, courants électriques terrestres très forts en Angleterre. Aurore splendide en Suède et en Norwège, dans l'Océan Atlantique sous 46° N. et 70° W., splendide.

Janvier : 20. Aurore boréale dans l'Océan Atlantique sous 48° N. et 32° W., faible.

Les zones d'absorption se montraient depuis le 13 ; elles étaient blanches, circulaires, d'un diamètre et demi de l'image du soleil, dont le diamètre est 1mm. Elles commencèrent dès le 14 janvier, atteignant des dimensions extraordinaires ; elles devinrent blanches comme la neige, tandis que leurs formes, d'abord circulaires ou elliptiques, spiraloïdes à l'intérieur près du disque, puis, en se prolongeant, représentèrent enfin l'image d'une trombe, d'une queue de comète, ou d'un cône plus ou moins régulier.

14 janvier à 9 h. 45 m. Zones blanches de 7 à 8 diam. ☉ en forme de queue de comète ; halo.

15 janvier à 2 h. Zones blanchâtres de 5 à 7 diam. ☉ en queue de comète.

16 janvier à 11 h. Zones blanc de neige de 2 à 4 diam. ☉, très nettement définies, en forme d'une langue légèrement recourbée ; halo noir.

18 janvier à 2 heures. Zones irrégulières, circulaires, grises avec halo ; du 19 au 20 janvier, ciel couvert, dégel. Du 13 au 17, tempêtes violentes sur l'Océan Atlantique. Intervalle entre la 1re et la 2e perturbation : 14 jours.

II. — Février : 1er. A 7 h. 30 m., perturbation magnétique soudaine, avec chocs intermittents et très forts sur l'aiguille aimantée, durant du 1er au 6 février. Les plus fortes perturbations ont été observées le 2 janvier à 6 h. p. m., le 3 janvier à 7 h. a. m. Les 4 et 5 janvier l'aiguille était agitée sans cesse. La variation de déclinaison maximum était à Vienne de 31′6, et de la force magnétique de 0.0147 c. g. s. A Breslau, la variation en déclinaison était de 30′. Courants terrestres très forts en Autriche, en Allemagne et en Angleterre.

4 janvier. Aurore splendide observée à Haparanda et à Hernösand.

6 janvier. Aurore boréale, à 8 h. 45 m., dans l'Océan Atlantique sous 43° N. 49° W.

Les zones d'absorption apparaissent brusquement le 31 janvier à 10 h. 15 m. ; elles sont blanc de neige, en forme de flammes aboutissant au disque solaire et en position correspondant aux groupes de taches visibles à la surface près du bord. Elles sont larges de 2 à 5 diamètres solaires, avec bords dentelés et très nettement définis.

1er février à 9 h. 45 m. et à 10 h. Zones blanc de neige, circulaires, dentelées, de 2 diam. ☉ ; halo noir.

2 février à 10 h. 35 m. et à 2 h. 15 m. Zones blanc de neige près du disque, blanchâtres plus loin, de 6 à 8 diam. ☉ ; halo noir.

3 février à 9 h. 30 m. Zones blanches en forme de sabre recourbé, de 5 à 9 diam. ☉ ; halo noir passant la zone sabriforme.

3 février à 9 h. 40 m. Zones blanches perforant la couronne grisâtre en plusieurs endroits, montrant ainsi le bouleversement des couches supérieures de la chromosphère et de la couronne ; halo noir.

3 février à 9 h. 50 m. Zones très blanches, représentant encore mieux le bouleversement dans les couches extérieures ; halo noir.

4 février à 10 h. 15 m. Zones grises de 4 à 5 diam. ⊙ irrégulières et diffuses.

5 février à 10 h. 20 m. Zones en queue de comète de 15 diam. ⊙, très blanches, spires elliptiques nettes près du disque.

5 février à 10 h. 45 m. Zones blanches en forme de flammes dentelées, de 4 diam. ⊙; halo.

5 février à 1 h. 30 m. Zones blanc de neige, coniques, de 2,5 diam. ⊙.

Du 6 au 7 ciel couvert, forte baisse barométrique soudaine, de 12^{mm} à Prague; du 1er au 6, tempêtes violentes dans l'Océan Atlantique.

8 février à 9 h. 30 m. Zones blanc de neige, elliptiques jusqu'à 4 diam. ⊙ ; halo noir.

8 février à 10 h. 30 m. Zones blanc de neige jusqu'à 2 diam. ⊙, coniques ; halo.

9 février à 10 h. 20 m. Zones blanc de neige, sabriformes, recourbées, de 10 diam. ⊙, comme le 3 février à 9 h. 30 m.

Les nombres relatifs de l'activité solaire de Tacchini sont extraordinaires ; pas un jour sans larges taches, facules et protubérances.

Le 5 février,	nombre relatif :	75	9 février	:	99	12 février	:	53
6	—	61	10	—	112	13	—	104
8	—	92	11	—	70			

Intervalle entre la 2e et la 3e perturbation : 19 jours $= 2 \times 9{,}5$ jours.

III. — Perturbation magnétique du 20 février, extraordinaire par sa force, en Autriche, Allemagne et en Angleterre ; vers 3 h. p. m. les télégraphes cessent de fonctionner; 19 février, tempête et grand mascaret aux bouches de l'Elbe, pression énorme sur l'Océan, de 788^{mm} ; du 16 au 19, orages à neige violents en Europe et sur l'Océan Atlantique.

15 février. Aurore boréale sur l'Océan sous 35° N. et 13° W.

Nombres relatifs de Tacchini très grands :

15 février	:	91	16 février	:	83	20 février	:	71	11 février	:	70
16	—	59	19	—	72	21	—	46	13	—	64

Les zones d'absorption s'amoindrissent un peu, mais restent considérables, coniques et très blanches.

10 février à 9 h. 50 m. Zones blanc de neige, 2 à 6 diam. ⊙, elliptiques, très nettes; halo noir.

10 février à 10 h. 20 m. Zones blanc de neige, très nettes, en partie coniques, de 4 diam. ⊙, doubles ; halo noir.

10 février à 10 h. 35 m. Zones en forme de flammes très larges, jusqu'à 6 diam. ⊙.

11 février à 11 h. Zones elliptiques estompant en partie le disque solaire, sur les bords devenant blanchâtres, de 2,5 à 5 diam. ⊙ ; halo.

11 février à 11 h. 15 m. Même apparence, seulement plus large de 6 à 7 diam. ⊙ ; halo.

13 février à 10 h. Zones spiraloïdes blanc de neige, en partie coniques, de 2 à 5 diamètres ⊙, très nettes ; halo.

13 février à 10 h. 15 m. Zones blanc de neige, circulaires et elliptiques, dentelées, jusqu'à 4 diam. ⊙ ; halo noir.

13 février à 10 h. Zones blanchâtres en queue de comète, de 3 à 7 diam. ⊙ ; halo déchiré.

14 février à 11 h. Zones très blanches, estompant en partie le disque solaire, de 2 à 3 diam. ⊙ ; halo diffus.

16 février à 11 h. 30 m. Zones blanc de neige, très nettes, circulaires, elliptiques, de 1,5 à 3 diam. ⊙ ; halo noir.

16 février à 9 h. 55 m. Zones blanc de neige, coniques, de 2,5 diam. ⊙ ; halo.

16 février à 2 h. 15 m. Même aspect, jusqu'à 5 diam. ⊙ ; halo noir.

17 février à 12 h. 30 m. Zones blanches, elliptiques, très nettes, de 4 diam. ⊙.

18 février. Bourrasques, ciel couvert, beaucoup de neige à Prague.

19 février à 1 h. 35 m. Zones très blanches et nettes, circulaires et elliptiques, de 2 à 3 diam. ⊙ ; halo.

19 février à 2 h. 13 m. Zones estompant en partie le disque, blanchâtres, de 3 diam. ⊙, elliptiques ; halo diffus.

22 février à 9 h. 45 m. Zones coniques, diffuses, grisâtres, jusqu'à 4 diam. ⊙ ; halo noir.

Intervalle entre la 3e et la 4e perturbation : 23 jours = 2 × 11,5 jours.

IV. — Mars : 19 au 20. Aurore boréale splendide sur l'Océan, sous 41° N. et 57° W.

Nombres de Tacchini très grands : 11 mars : 79, 12 mars : 82, 13 mars : 56,5, 14 mars : 67, 19 mars : 38, 20 mars : 65, 21 mars : 87, 22 mars : 82, 25 mars : 84.

Du 14 au 21, tempêtes violentes dans l'Océan, de force 9 à 11, avec pluie torrentielle, éclairs et neige.

Les zones sont très prononcées, larges et blanches, du 14 au 18 mars.

14 mars à 12 h. 15 m. p. m. Zones très blanches, elliptiques et dentelées ; halo noir.

14 mars à 2 h. 5 m. p. m. Zones énormes, queue de comète, de 10 diam. ⊙, traversées par le halo noir.

15 mars à 9 h. 15 m. Zones blanc de neige, elliptiques, de 2 diam. ⊙ ; halo noir.

16 mars à 8 h. 35 m. Même aspect ; 1 h. 35 m. même.

17 mars à 12 h. 35. Zones blanches, elliptiques ; halo noir ; à 9 h. 30 m., même aspect.

18 mars à 10 h. 5 m. Zones à trois enveloppes grises, très blanches et blanchâtres, coniques, de 4 à 5 diam. ⊙ ; halo.

20 mars à 8 h. 35 m. Zones grises ; halo noir.

22 mars à 8 h. 30 m. Zones blanc de neige en queue de comète, très nettes, de 8 diam. ⊙, halo ; 8 h. 10 m. même, longueur énorme de 20 diam. ⊙, véritable image d'une trombe.

Intervalle entre la 4e et la 5e perturbation : 28 jours = 2 × 14 jours.

V. — Avril : 16 au 20. Période des plus extraordinaires ; perturbations magnétiques et aurores boréales visibles sur la terre entière, même en plein jour du 13 au 21 avril.

Avril : 10. La plus remarquable perturbation magnétique depuis le grand orage magnétique de 1872. C'était pour cette perturbation et celles du 11 au 14 août 1880 et du 30 janvier au 1er février 1881, que M. Wild a démontré la simultanéité des perturbations magnétiques sur la terre entière. Le maximum de la variation de déclinaison était le 16 avril à 7 h. 35 m. temps moyen de Greenwich.

A Stonyhurst	1°38′ ;	à Toronto	1°27′ ;	à Parlovsk	2°23′
Vienne	0°54′ ;	Melbourne	0°36′ ;	Tiflis	0°22′.

En Amérique les courants terrestres étaient tellement forts, qu'on a télégraphié sans batteries ; un sentiment d'oppression profonde, comme pendant de forts tremblements de terre, s'empara des hommes, des tempêtes effroyables ont sévi pendant les perturbations magnétiques en Amérique. Du 16 au 20, tempêtes de force extraordinaire dans l'Océan Atlantique. Les taches solaires étaient simultanément d'une extension extraordinaire. Le 19 avril, on a observé, à l'œil nu, une tache de 2′13″ de longueur sur 1′15″ de largeur, dont la surface était de 2050

millions de milles carrés anglais. Un autre groupe de deux taches a eu 855 millions de milles carrés, et 730 millions, en tout 3635 millions de milles carrés. D'après M. Howlett, les groupes étaient visibles depuis le 13 avril, et les perturbations magnétiques commencèrent déjà le 14 avril ; il a vu des changements rapides de forme et de mouvement giratoire bien marqués à l'intérieur des taches qui se présentaient comme des cyclones énormes avec mouvement tourbillonnant et avec mouvement propre très-prononcé.

Les nombres relatifs de Tacchini accusent le même fait :

10 avril 69 ; 13 avril 69 ; 15 avril 58 ; 18 avril 122 ; 21 avril 70.
11 avril 63 ; 14 avril 69 ; 16 avril 119 ; 20 avril 75 ; 22 avril 54.

Les données de l'héliophotographie sont également très extraordinaires depuis le 8 au 20 avril.

8 avril à 9 h. 30 m. Zones blanc de neige, jusqu'à 4 diam. ⊙ ; halo noir.

9 avril à 10 h. Zones blanches, estompant en partie le disque du soleil, de 2 diam. ⊙, elliptiques ; halo.

10 avril à 9 h. 15 m. Zones blanches circulaires, de 2 diam. ⊙ ; halo diffus noir.

11 avril à 2 h. 50 m. Zones blanches, sabriformes recourbées, de 8 diam. ⊙ ; halo.

11 avril à 3 h. 15 m. Zones extraordinaires en queue de comète, de 17 à 20 diam. ⊙, blanc de neige près du disque ; halo noir, tranché par la queue ; changement brusque de température, dégel et forte dépression barométrique. Le 12, ciel couvert, neige.

13 avril à 2 h. Zones blanc de neige, énormes, traversant le halo noir en queue de comète, de 9 diam. ⊙.

13 avril à 2 h. 15 m. Zones blanches en queue de comète un peu ondulée, de 10 à 12 diam. ⊙.

14 avril à 3 h. Zones blanc de neige, elliptiques, de 2,5 diam. ⊙ ; halo noir diffus.

15 avril à 10 h. Zones très blanches, de 3 diam. ⊙ ; halo diffus. 16, bourrasque et pluie forte.

17 avril à 12 h. 30. Zones blanc de neige, 1,5 à 3 diam. ⊙, estompant en partie le disque du soleil ; halo très noir et très diffus.

18 avril. Pluie continuelle.

19 avril à 12 h. Zones elliptiques blanc de neige, de 1,5 à 2 diam. ⊙.

20 avril à 8 h. 15 m. Zones blanc de neige, de 1,5 à 2 diam. ⊙ ; halo diffus.

20 avril à 8 h. 18 m. Zones très blanches, sabriformes recourbées, de 9 à 10 diam. ⊙ ; halo.

21 avril à 8 h. 15 m. Zones énormes, blanches, de 12 diam. ⊙, en queue de comète ; halo noir.

22 avril à 8 h. 20 m. Zones très blanches, jusqu'à 10 diam. ⊙ ; halo noir.

23 avril à 10 h. 12 m. Ciel nuageux, zones blanches, elliptiques, de 2,5 diam. ⊙ ; halo noir.

24 avril à 3 h. Bourrasques fortes, zones énormes, sabriformes recourbées, de 12 diam. ⊙, halo noir, baisse de 738^{mm}.

Depuis le 25 les zones deviennent étroites et grisâtres.

Aurore boréale d'une intensité extraordinaire et visible jusqu'à l'équateur et dans l'hémisphère austral.

Avril : 13 au 21. Aurores boréales nombreuses ayant été observées dans des positions très différentes sur l'Océan Atlantique. Les aurores plus intenses étaient visibles du 16 au 17, et elles étaient les plus répandues, sous 41° N. et 46° W. et

36° N. et 61° W. ; on a observé simultanément des éclairs vifs. Le 26 avril des tempêtes épouvantables sévissaient en Allemagne. Orages à grêle en 65 stations d'Allemagne.

16 avril à 4 h. p. m. Le soleil brillant, on a vu l'aurore boréale sous 40° à 50° sur l'horizon.

Intervalle entre la 5e et la 6e perturbation : 28 jours = 2 × 14 jours.

VI. — Mai : 14 au 18. Fortes perturbations magnétiques en France et en Europe en général.

11 mai. Aurore boréale faible du soir sur l'Océan Atlantique, sous 41° N. et 60° W.

14 mai. Sous 41° N. et 25° W., 47° N. et 15° W. splendide.

17 au 18 mai. Aurore boréale splendide à Glasgow, de 11 h. 30 m. p. m. à 12 h. 15 m. a. m., tellement intense que les étoiles, jusqu'à la 4e grandeur, étaient effacées.

Les zones d'absorption sont très larges et très blanches du 9 au 20 mai, et les nombres de Tacchini sont :

9 mai :	67	12 mai :	96	16 mai :	95	19 mai :	112
10 —	92	13 —	130	17 —	69	20 —	57
11 —	104	14 —	73	18 —	107		

9 mai à 8 h. 15 m. Zones blanches coniques, de 3 diam. ☉ ; halo.

10 mai à 8 h. 10 m. Zones blanchâtres, de 2 diam. ☉ ; halo.

11 mai à 8 h. 20 m. Zones blanches, coniques, de 3 diam. ☉ ; halo.

12 mai à 8 h. Zones blanches, en queue de comète, jusqu'à 8 diam. ☉ ; halo.

Du 13 au 17 mai, ciel couvert, neige et pluie torrentielle, froid.

18 mai à 10 h. 35 m. Zones blanches, circulaires, dentelées aux bords, jusqu'à 2 diam. ☉.

19 mai à 2 h. 20 m. Zones blanches, coniques, de 3 diam. ☉.

20 mai à 9 h. 15 m. Zones blanches irrégulières, de 5 diam. ☉.

21 mai à 9 h. 50 m. Zones blanches, sabriformes, recourbées, de 4 diam. ☉.

Intervalle entre la 6e et la 7e perturbation : 15 jours.

VII. — Mai : 29. Aurore boréale du matin sur l'Océan Atlantique, sous 41° N. et 64° W.

Nombres de Tacchini :

23 mai :	70	25 mai :	190	27 mai :	120	29 mai :	50	31 mai :	90
24 —	140	26 —	110	28 —	80	30 —	30		

Les zones sont larges et blanches du 25 au 29 mai.

25 mai à 1 h. 15 m. Zones très blanches, coniques, de 3 diam. ☉.

25 mai à 1 h. 50 m. Zones très blanches, coniques, de 2,5 diam. ☉ ; halo.

26 mai à 8 h. 10 m. Zones très blanches, elliptiques, de 2 diam. ☉ ; halo.

27 mai à 8 h. 25 m. Zones très blanches, coniques, de 2,5 diam. ☉ ; halo blanchâtre ; 8 h. le même.

28 mai à 9 h. Zones blanches en forme de deux ailes, de 2 diam. ☉.

Intervalle entre la 7e et la 8e perturbation : 48 jours = 4 × 12 jours.

VIII. — Juillet : 16 au 17. Aurore boréale splendide en plusieurs endroits sur l'Océan Atlantique, très développée par 40° N. et 65° W., 42° N. et 52° W.

15 juillet à 8 h. Zones blanches, sabriformes recourbées, de 4 à 5 diam. ☉ ; chaleur énorme.

16 juillet à 9 h. Zones blanches, en queue de comète, de 6 à 9 diam. ☉ ; halo diffus.

17 juillet à 10 h. 30 m. Zones très blanches et nettement circulaires, de 1,5 diam ☉, halo ; orage à 1 h. p. m.

18 juillet à 9 h. Zones blanches, coniques, de 3 à 4 diam. ⊙; halo faible et diffus.

19 juillet à 10 h. 10 m. Zones très blanches, circulaires, de 2 diam. ⊙; halo diffus.

Les nombres de Tacchini sont pour ces jours :

16 juillet :	135	19 juillet :	70	21 juillet :	75
18 —	85	20 —	55	22 —	100

Intervalle entre la 8e et la 9e perturbation : 19 jours = 2 × 9,5 jours.

IX. — Août : 4. En France, à Saint-Clair, une aurore boréale splendide; du 4 au 5, en plusieurs endroits sur l'Océan Atlantique, aurore boréale splendide, très claire entre 37° N. et 73° W., et 47° N. et 36° W.

Du 9 au 10 août. Très intense sous 42° N. et 63° W.

Du 11 au 12 août. Faible sous 40° N. et 63° W., et 43° N. et 47° W.

Août : 16. Grande éruption métallique sans facules ni taches. Flammes vives s'élevant à 1 minute, c'est-à-dire à 35,000 kilomètres, renouvelée le 8 août, avec hauteur encore plus grande de 2'20" ou 82,000 kilomètres, sans tache exactement sur une grande facule, plus tard deux grandes taches apparaissent avec changement rapide de forme.

Les nombres de Tacchini sont :

31 juillet :	150	2 août :	160	3 août :	65
1er août :	60	—	86	—	15

Du 1er au 5. Dépression extraordinaire du baromètre dans l'Europe centrale.

Intervalle entre la 9e et la 10e perturbation : 10 jours.

X. — Août : 14 au 15. Aurores boréales intenses, visibles sur l'Océan sous 41° N. et 59° W., et du 21 au 22 sous 41° N. et 55° W., très claire.

Depuis le 13, tempête sévère dans l'Océan Atlantique, et du 14 au 23, orages continuels observés en 284 stations, en Autriche; le 15, orage très répandu, ondées et grêle épouvantables.

Les nombres de Tacchini étaient :

10 août :	60	12 août :	75	14 août :	80	16 août :	10
11 —	165	13 —	129	15 —	60		

Les zones d'absorption en août étaient extraordinaires, ressemblant beaucoup à celles d'avril 1882.

2 août à 2 h. 15 m. Zones blanchâtres, ovales, de 4 diam. ⊙; halo blanchâtre.

3 août à 12 h. 30 m. Zones blanc de neige, de 4 à 5 diam. ⊙, estompant le disque solaire.

4 août à 10 h. Zones très blanches, ovales, de 5 à 6 diam. ⊙, comme en avril et novembre 1882.

5 août à 1 h. 55. Zones très blanches, irrégulières, quadrangulaires, de 5 à 6 diam. ⊙.

6 août à 10 h. 45. Zones coniques, pointues, de 6 diam. ⊙.

6 août à 9 h. 30 m. Zones très blanches, de 3 diam. ⊙; halo blanchâtre, comme en novembre 1882.

7 août à 11 h. 50 m. Zones blanchâtres, diffuses et coniques, de 4 à 5 diam. ⊙.

9 août à 11 h. 25 m. Zones blanc de neige, très nettes, circulaires, de 3 diam. ⊙.

10 août à 10 h. 45 m. Zones blanchâtres, coniques, de 7 diam. ⊙; 2 h. 45 m. même forme, 2,5 diam. ⊙.

12 août à 2 h. 20 m. Zones blanchâtres, de 6 diam. ⊙; halo blanc; 3 h. 50 m. zones blanc de neige, circulaires, spiraloïdes, de 4 diam. ⊙; à 10 h. 8 m. même forme, très blanches, jusqu'à 5 diam. ⊙; halo blanchâtre.

13 août à 9 h. 20 m. Zones très blanches, circulaires et coniques, de 3 diam. ⊙ ; à 10 h. 20 m. Zones blanches, circulaires, de 3 diam. ⊙.

14 août à 11 h. 5 m. Zones blanches, coniques, de 3 diam. ⊙ ; à 9 h. 15 m. Zones blanches, ovales, de 3 diam. ⊙.

15 août à 12 h. 10 m. Zones blanchâtres, coniques, de 4 diam. ⊙ ; à 12 h. 35 m. Zones irrégulières, de 5 diam. ⊙.

16 août à 11 h. 20 m. Zones diffuses, irrégulières, de 8 diam. ⊙ ; à 2 h. 35 m. Zones énormes, irrégulières, de 10 diam. ⊙.

16 août à 8 h. Zones très nettes, en forme de sabre recourbé, de 7 diam. ⊙.

17 août à 10 h. 30 m. Zones blanches, très nettes et circulaires, de 3 diam. ⊙.

19 août à 10 h 10 m. Zones blanches, irrégulières, très diffuses, de 12 diam. ⊙.

20 août à 10 h. 10 m. Zones très blanches, coniques, de 5 diam. ⊙ ; à 9 h. 15 m. Même forme, de 3 diam. ⊙.

21 août à 10 h. 55 m. Zones blanc de neige, en forme de deux ailes, de 4 diam. ⊙ ; à 8 h. Même forme, de 3 diam. ⊙.

22 août à 10 h. Zones blanches, elliptiques, de 3 diam. ⊙.

23 août à 11 h. 10 m. Zones blanc de neige, coniques, de 2,5 diam. ⊙.

Intervalle entre la 10[e] et la 11[e] perturbation : 21 jours $= 2 \times 10{,}5$ jours.

XI. — Septembre : 4 au 21. Aurores boréales très fréquentes sur l'Océan Atlantique.

Dans la nuit du 4 au 5 septembre, sous 43° N et 58° W, très intense.

5 septembre à 8 h. 10 m. p. m. ; à 10 h. p. m., sous 45° N et 46° W.

6 septembre à la nuit, même localité.

Du 12 au 13 septembre à minuit. Sous 42° N et 52° W ; à 2 h. 40 m. a. m. ; le 13 à 3 h. 10 m. a. m., sous 49° N et 10° W, splendide aurore boréale.

Les nombres de Tacchini sont :

1[er] septembre :	110	6 septembre :	40	10 septembre :	85
2 —	55	7 —	50	11 —	70
3 —	40	8 —	70	12 —	50
4 —	20	9 —	60	13 —	70

Les zones d'absorption sont énormes, très blanches et très variées de forme.

1[er] septembre à 10 h. 15 m. Zones blanc de neige, circulaires et coniques, très nettes, jusqu'à 7 diam. ⊙.

1[er] septembre à 10 h. 30 m. Zones blanc de neige, coniques, de 6 diam. ⊙.

2 septembre à 8 h. 35 m. Zones blanches, elliptiques, jusqu'à 3 diam. ⊙.

3 septembre à 10 h. 10 m. Zones blanchâtres, en queue de comète, de 8 diam. ⊙.

3 septembre à 1 h. 50 m. Zones blanches, elliptiques, jusqu'à 3 diam. ⊙, halo blanc.

4 septembre à 10 h. 20 m. Zones très blanches, coniques, dentelées, de 3 diam. ⊙.

6 septembre à 10 h. 20 m. Zones blanches, coniques, doubles, comme des ailes, de 3 diam. ⊙.

8 septembre à 7 h. 15 m. Zones blanches, coniques, jusqu'à 5 diam. ⊙ ; 12 h. 50 m., très blanches, irrégulières, coniques, jusqu'à 6 diam. ⊙.

9 septembre à 9 h. 50 m. Zones très blanches, irrégulières, doubles, en queue, fortement courbées, jusqu'à 20 diam. ⊙.

9 septembre à 1 h. 15 m. Zones très blanches, coniques, de 5 diam. ⊙.

10 septembre à 10 h. 15 m. Zones très blanches, en forme de flammes, de 6 diam. ⊙.

10 septembre à 10 h. 5 m. Zones irrégulièrement fléchies, en queue de comète, énormes, de 20 diam. ⊙.

10 septembre à 9 h. 50 m. Zones blanc de neige, très nettes, de 3 à 4 diam. ⊙, et queue double, de 20 diam. ⊙.

11 septembre à 9 h. 45 m. Zones très blanches, coniques, irrégulières, jusqu'à 6 diam. ⊙.

12 septembre à 10 h. 10 m. Zones recourbées, en queue de comète, de 12 diam. ⊙.

13 septembre à 10 h. 30 m. Zones très blanches, circulaires, irrégulières, de 6 diam. ⊙.

13 septembre à 8 h. 30 m. Zones très blanches, coniques, recourbées, de 4,5 diam. ⊙.

Intervalle entre la 11e et la 12e perturbation : 16 jours.

XII. — Septembre : 20 au 21. De 10 h. à 12 h., à la nuit, sous 58° N et 16° W, dans l'Océan Atlantique, aurore boréale intense.

Nombres de Tacchini :

19 septembre :	60	23 septembre :	70	26 septembre :	50
22 —	55	24 —	120	27 —	80

Pas de photographies, étant absent à l'Exposition internationale d'électricité à Munich.

Tempêtes sévères dans l'Océan Atlantique les 17 et 26 jusqu'au 30, avec force atteignant 11.

Intervalle entre la 12e et la 13e perturbation : 12 jours.

XIII. — Octobre : 2. Perturbation magnétique très forte, en déclinaison au parc Saint-Maur 42′, courants terrestres très forts. A Greenwich, variation de déclinaison 1° ; perturbation de l'aiguille aimantée commençant le 2 à 9 h. p. m. et finissant le 3 octobre à 3 h. a. m.

Tempêtes sévères aux premiers jours d'octobre dans l'Océan Atlantique, du 1er au 3 avec force de 10 à 11. Le 3 octobre, orage épouvantable. Tache solaire énorme de 108″ de longueur sur 65″ de largeur du 1er octobre ; sur la même position héliographique que la célèbre tache du 10 avril.

2 octobre. Aurore boréale magnifique, arc sur le ciel entier, de 25° à 30° sur l'horizon, les rayons brillants atteignent le zénith.

Nombres de Tacchini :

1er octobre :	40	6 octobre :	200	8 octobre :	735
2 —	130	7 —	100	9 —	355

Aurores boréales continuelles du 2 au 9 octobre sur l'Océan Atlantique.

Pas de photographies à cause de l'exposition d'électricité.

Intervalle entre la 13e et la 14e perturbation : 18 jours $= 2 \times 9$ jours.

XIV. — Octobre : 20. Aurore splendide observée à Moscou ; même jour ouragan effroyable aux îles Philippines, baisse soudaine de 23^{mm}.

Des 15 au 16, 16 au 17, 17 au 18, 22 au 23, 24 au 25 octobre, et du 28 octobre au 1er novembre, aurores boréales parfois magnifiques, visibles sur toute la largeur de l'Océan Atlantique. Du 17 au 23, taches énormes sur le disque entier du soleil.

Les photographies sont extraordinaires depuis le 17 au 25 octobre.

11 octobre à 1 h. 15 m. Zones très blanches, coniques, de 5 diam. ⊙.

17 octobre à 1 h. 40 m. Zones et disque blanc, avec queue courte.

18 octobre à 12 h. 10 m. Zones très blanches, elliptiques, jusqu'à 3 diam. ⊙, estompant en partie le disque solaire.

20 octobre à 9 h. 48 m. Zones blanc de neige, de 3 à 4 diam. ⊙, halo blanc.

23 octobre à 9 h. Zones coniques, irrégulières, de 6 diam. ⊙, halo blanchâtre.

24 octobre à 9 h h. 30 m. Zones blanches, elliptiques, de 2 diam. ⊙, halo.

27 octobre à 10 h. 10 m. Zones blanches, énormes, irrégulières, spiraloïdes, ovales, de 10 diam. ⊙; à 9 h. 56 m., de 10 diam. ⊙.

29 octobre à 10 h. 45 m. Zones blanches, elliptiques, très nettes, de 3 diam. ⊙.

31 octobre à 9 h. 30 m. Zones blanches, larges, irrégulières, de 4 à 5 diam. ⊙.

1er novembre à 9 h. 58 m. Zones très blanches, elliptiques, de 3 diam. ⊙.

Intervalle entre la 14e et la 15e perturbation : 22 jours $= 2 \times 11$ jours.

XV. — Novembre : 11 au 20. A l'exception des 15, 16 et 17, chaque jour aurore boréale de la plus grande intensité. Des 11 au 12, 12 au 13, 17 au 18 et 19 au 20 novembre dans l'Océan Atlantique. Sur les continents, l'aurore du 17 novembre était visible partout, même à l'équateur, et dans les deux hémisphères.

17 novembre. La plus forte perturbation depuis le 4 février 1872, variation en déclinaison de 1°15′ dans la nuit du 17 au 18 avril au parc Saint-Maur; les courants terrestres étaient tellement forts qu'on a observé à la boussole du télégraphe de Rome et Tempio 8°, entre Rome et Berlin 3°, entre Rome et Messine 5° de déviation. Le bureau météorologique de la marine à Hambourg remarquait la plus grande vitesse du mouvement des minima de pression jusqu'ici observée, le 9 novembre à 8 h. a. m. 22 m., à 8 h. p. m. 35 m. et 2 h. p. m. 50 m. par seconde; les plus grandes vitesses observées, en 1876 et 1877, étaient seulement de 20 à 26 m. par seconde. Tempêtes épouvantables dans l'Océan Atlantique du 6 au 8 novembre, du 11 au 12 novembre jusqu'au golfe de Mexique, du 15 au 17 novembre tempête générale sur l'Océan, 16 orages et grêle, 20 novembre tempête et 23 novembre orage violent et grêle.

La plus extraordinaire activité observée à la surface depuis des années, taches colossales visibles à l'œil nu, rapide changement de forme, mouvement tourbillonnant et passage d'un grand nombre de corpuscules lumineux devant l'ombre de la grande tache observée en Angleterre pendant 3 heures. C'était le passage d'une nuée cosmique de dimensions colossales, causant peut-être par son action cette activité extraordinaire et ces mouvements d'une vitesse vertigineuse à l'intérieur de la grande tache.

Les photographies ne le cèdent en rien aux grands phénomènes de la nature : depuis le 1er au 7 novembre elles sont très larges, du 7 elles deviennent colossales, atteignant le 13 novembre 20 diam. ⊙.

Nombres de Tacchini :

7 novembre :	80	13 novembre :	120	25 novembre :	210
8 —	105	14 —	80	25 —	90
9 —	70	15 —	95	26 —	95
10 —	120	21 —	165		
12 —	130	22 —	210		

2 novembre à 2 h. Zones très blanches, circulaires, de 3 diam. ⊙.

3 nov. à 9 h. 45 m. Zones circulaires, de 2,5 diam. ⊙.

4 nov. à 9 h. 45 m. Zones en queue de comète, de 8 diam. ⊙.

5 nov. à 9 h. 45 m. Zones blanches, elliptiques, de 3 diam. ⊙.

7 novembre à 10 h. Zones énormes, de 10 diam. ⊙, halo blanc, comme en avril, et spiraloïdes; même forme à 10 h. 45 m.

7 novembre à 10 h. 45 m. Zones énormes, de 8 diam. ⊙.

10 novembre à 10 h. 30 m. Zones blanches, coniques, de 5 diam. ⊙; 10 h. 50 m., sabriformes, de 10 à 12 diam. ⊙.

12 novembre à 11 h. 36 m. Zones très blanches, circulaires, de 4 diam. ⊙; à 11 h. 20 m, zones blanc de neige, jusqu'à 10 diam. ⊙, formes extraordinaires.

13 novembre à 10 h. Zones blanc de neige, ovales, de 5 diam. ⊙.

13 novembre à 9 h. 50 m. Zones en queue de comète, curieusement courbées, de 20 diam. ⊙.

16 novembre à 12 h. 30 m. Zones elliptiques, spiraloïdes, de 4 diam. ⊙, aboutissant en queue.

17 novembre à 10 h. 55 m. Zones très blanches, elliptiques, spiraloïdes, jusqu'à 6 diam. ⊙.

18 novembre à 12 h. Zones très blanches, elliptiques, estompant en partie le disque solaire.

19 novembre à 10 h. Zones très blanches, irrégulières, de 8 diam. ⊙.

20 novembre à 1 h. 50 m. Zones très blanches, circulaires, de 3 diam. ⊙ ; à 1 h. 35 m., mêmes.

21 novembre à 12 h. Zones très blanches, spiraloïdes, circulaires, avec queue, de 9 diam. ⊙.

25 novembre à 11 h. 15 m. Zones blanc de neige, énormes, irrégulières, circulaires, dentelées aux bords, de 7 diam. ⊙, entourées de halos déchirés, incomplets et très blancs.

26 novembre à 12 h. 30 m. Zones blanc de neige, circulaires, de 2,5 diam. ⊙.

Intervalle entre la 15e et la 16e pertubration : 14 jours.

XVI. — Novembre : 25 au 26. Aurore boréale très intense dans l'Océan Atlantique, sous 41° N 43° W, avec tempête de force 10.

Nombres de Tacchini :

26 novembre : 90 27 novembre : 95 28 novembre : 90.

Tempêtes et orages du 23 au 26, avec force atteignant 10 dans l'Océan Atlantique, pluie et neige en masses énormes en Europe centrale.

Intervalle entre la 16e et la 17e perturbation : 17 jours $= 2 \times 8,5$ jours.

XVII. — Décembre : 12 au 13 à la nuit, et du 15 au 16, aurore splendide en différents endroits de l'Océan Atlantique, sous 28° N et 57° W ; la plus australe était observée sous 41° N et 35° W. Ouragan du 11 au 16, orages à grêle, force du vent 9 à 11.

Les photographies pendant les perturbations magnétiques, les aurores et tempêtes si fortes de décembre, sont des plus extraordinaires par leur largeur et leurs formes variées.

5 décembre à 10 h. 55 m. Zones blanc de neige, circulaires, avec stries blanches, atteignant 6 diam. ⊙.

5 décembre à 10 h. 30 m. Zones blanc de neige, de forme extraordinaire, de 6 à 8 diam. ⊙, halo diffus.

5 décembre à 10 h. 15 m. Zones blanc de neige, de 2 diam. ⊙, halo diffus.

6 décembre à 11 h. 20 m. Zones blanc de neige, ovales, déchirées, de forme extraordinaire, de 4 diam. ⊙, halo blanc de neige.

Pendant 13 jours le ciel reste couvert et brumeux.

19 décembre à 10 h. 15 m. Zones en queue de comète, de 8 diam. ⊙, halo noir.

Les intervalles des perturbations magnétiques et de groupes formés par les aurores à dates très rapprochées de l'année 1882, sont les suivantes :

	INTERVALLES	
I. — Janvier : 19	13 jours =	13,0
II. — Février : 1er	19 — =	$2 \times 9,5$
III. — Février : 20	27 — =	$2 \times 13,5$

	INTERVALLES
IV. — Mars : 19 au 20	28 jours = 2 × 14,0
V. — Avril : 16 au 20	28 — = 2 × 14,0
VI. — Mai : 14 au 18	15 — = 15,0
VII. — Mai : 29	18 — = 2 × 9,0
VIII. — Juillet : 16 au 17	19 — = 2 × 9,5
IX. — Août : 4	10 — = 10,0
X. — Août : 14 au 15	21 — = 2 × 10,5
XI. — Septembre : 4	16 — = 2 × 8,0
XII. — Septembre : 20 au 21	12 — = 12,0
XIII. — Octobre : 2	18 — = 2 × 9,0
XIV. — Octobre : 20	22 — = 2 × 11,0
XV. — Novembre : 11 au 20	14 — = 14,0
XVI. — Novembre : 25 au 26	17 — = 2 × 8,5
XVII. — Décembre : 12 au 13	

Intervalle moyen : $\frac{294}{23}$ jours = 12,74, ou $\frac{179}{16}$ = 11,22 jours,

la durée de demi-rotation solaire étant 12,5935 jours.

Ces intervalles s'approchent beaucoup de la durée de demi-rotation solaire de 12,5935 jours, il est clair que l'induction de trombes électriques solaires peut se manifester avant que le lieu de perturbation solaire culmine au méridien moyen du disque solaire. La tache énorme du 10 octobre se trouvant dans la même position que celle du 10 avril 1882, on a une différence de 144 jours, et l'intervalle périodique se trouve : $\frac{144}{12,6} = 11$ près, c'est-à-dire 144 est très près de $11 \times 12.6 = 138,6$ jours.

M. Charles GRAD

Membre du conseil de la Société météorologique de France.

LA MÉTÉOROLOGIE FORESTIÈRE EN ALSACE-LORRAINE

— Séance du 16 août 1886. —

Depuis dix ans, à dater du 1er janvier 1875, l'administration des forêts en Alsace-Lorraine a organisé des observations régulières de météorologie forestière. Ces observations ont pour objet essentiel de déterminer l'influence des forêts sur le climat du pays. Elles se font dans trois stations principales et dans un plus grand nombre de stations secondaires. Les stations principales sont situées dans la forêt de Haguenau — à 145 mètres d'altitude, par 48°50′ de latitude nord et

25°28′ de longitude est de l'île de Ferro ; à la maison forestière de Neumath, près Lemberg, dans les Basses-Vosges — à 340 mètres d'altitude par 48°59′ de latitude nord et 24°57′ de longitude est ; à la maison forestière de Melkerei, dans le massif du Champ-du-Feu, à l'extrémité des Hautes-Vosges — à 930 mètres d'altitude, par 48°25′ nord et 24°57′ est. On note les observations de chacune de ces stations sur deux points rapprochés, situés sous bois et hors bois, à savoir : la température de l'air et du sol, le degré d'humidité, la quantité d'eau et de neige tombées, l'évaporation, la hauteur barométrique, la direction et la force du vent, la nébulosité et la direction des nuages, les orages et les autres météores à apparition irrégulière, les phénomènes propres à la végétation, l'arrivée et le départ de certains oiseaux de passage. Pour les observations diurnes, les heures réglementaires sont : 8 heures du matin, 2 heures après midi, et 9 heures du soir. C'est le bureau des essais, *Hauptstation für das forstliche Versuchswesen,* placé sous la direction de l'Oberförster, M. de Berg, à la division des finances du ministère d'Alsace-Lorraine, à Strasbourg, qui centralise les résultats, publiés depuis 1875 par le *Verein der forstlichen Versuchsanstalten Deutschlands,* dont le siège se trouve à l'Académie forestière d'Eberswalde en Prusse. En 1882, le ministère d'Alsace-Lorraine a décidé de consacrer à la météorologie forestière de notre pays une publication spéciale paraissant chaque mois sous le titre de *Monatsbericht über die Beobachtungsergebnisse der forstlichen meteorologischen Stationen,* en cahiers in-4°, avec tableaux graphiques. Chaque année aussi depuis l'apparition de ces relevés mensuels, M. de Berg résume l'ensemble de ces résultats dans un rapport annuel : *Jahresbericht über die Beobachtungsergebnisse der forstlich meteorologischen Stationen in Elsass-Lothringen, nebst Mittheilungen über Beobachtungen einzelner Erscheinungen im Thier-und Pflanzenleben* (Strasbourg, librairie Trübner). En déposant sur le bureau de notre Association cette publication d'un si vif intérêt pour la physique et pour l'étude du climat de notre pays, vous voudrez bien me permettre de vous exposer brièvement les résultats et les faits constatés pour la météorologie forestière de l'Alsace pendant l'année 1885.

I. — Température.

Dans chaque station, nous l'avons dit, les observations sont faites à la fois sous bois et hors bois, afin d'être rigoureusement comparables entre elles. Or, la distance de la lisière de la forêt à l'observatoire hors bois est de 1,270 mètres pour la station de Haguenau, de 250 mètres à la station de Neumath, de 1,200 mètres à la station de la Melkerei. A la Melkerei, la forêt consiste actuellement en une futaie de hêtres âgés de

65 à 85 ans et le sol en détritus granitiques à gros grains, riches en feldspath, meuble et profond, avec une inclinaison de 17 degrés à la surface. A Neumath, le terrain forme un plateau provenant de la décomposition des assises du muschelkalk inférieur, à sol profond et frais, tandis que la forêt se compose de hêtres âgés de 55 ans. A Haguenau, la forêt est formée de pins de 60 à 75 ans sur un sol de sable diluvien, mêlé de gravier et d'humus avec base argileuse de 1^m,5 de profondeur.

La température est observée à 8 heures du matin et à 2 heures après midi. Chaque fois, on prend la température du sol sous bois et hors bois à des profondeurs de 0^m,15, de 0^m,3, de 0^m,6, de 0^m,9 et de 1^m,2. Hors bois, on note à 8 heures du matin la température maximum au soleil et à l'ombre, la température du moment au psychromètre d'August ; à 2 heures après midi, la température de l'air au psychromètre d'August, le degré du thermomètre minima à l'air libre et à l'ombre. Sous bois, à 8 heures du matin, la température de l'air au psychromètre d'August à 1^m,5 au-dessus du sol et dans la couronne des arbres à 16 mètres de hauteur à Haguenau, à 8 mètres à Neumath et à 11 mètres à la Melkerei, ainsi que le degré du thermomètre maxima aux mêmes hauteurs, à l'ombre : à 2 heures après midi, la température au psychromètre à 1^m,5 de hauteur et dans la couronne, ainsi que le degré du thermomètre minima aux mêmes hauteurs. Lors des deux observations sous bois, on note ausssi la température du baromètre avec la pression atmosphérique. A 9 heures du soir se note le caractère de la journée. Voici les moyennes des observations mensuelles.

Température de l'air à l'ombre en centigrades. Moyenne des maxima et minima.

1885.	HAGUENAU à 145 mètres d'altitude.			NEUMATH à 340 mètres d'altitude.			MELKEREI à 930 mètres d'altitude.		
	Hors bois	Sous bois		Hors bois	Sous bois		Hors bois	Sous bois	
	1^m,50 hauteur.	1^m,50 hauteur.	dans couronne	1^m,50 hauteur.	1^m,50 hauteur.	dans couronne	1^m,50 hauteur.	1^m,50 hauteur.	dans couronne
Janvier.	— 2,0	— 2,7	— 3,1	— 1,9	— 2,3	— 1,8	— 2,3	— 2,8	— 2,4
Février.	5,2	4,4	4,1	5,3	5,1	5,3	3,1	2,5	3,2
Mars. .	5,1	5,2	4,1	3,9	4,0	4,1	0,9	0,3	0,6
Avril. .	11,6	11,0	10,4	6,7	10,0	9,8	7,5	7,0	7,4
Mai . .	12,0	10,8	10,7	10,1	9,6	9,9	7,5	6,4	7,0
Juin . .	19,1	17,5	18,3	17,3	16,5	17,0	15,6	13,6	14,2
Juillet .	19,2	17,5	18,4	17,7	17,0	17,4	15,9	14,2	14,7
Août. .	16,9	15,0	15,7	15,6	15,0	15,4	14,0	12,4	12,7
Sept . .	14,9	13,4	13,6	13,8	12,8	13,2	11,4	10,2	10,5
Octob. .	8,8	7,8	7,7	7,3	6,9	7,0	4,6	4,1	4,2
Nov . .	4,8	4,3	4,3	4,2	4,0	4,1	3,0	2,8	3,2
Déc . .	0,0	— 0,3	— 0,2	— 0,6	— 0,9	— 0,7	— 1,1	— 1,5	— 1,1
Année .	9,6	8,7	8,7	8,5	8,1	8,4	6,7	5,8	6,2

Dans chacune de nos trois stations, la température moyenne est plus élevée hors bois que sous bois, et sous bois la fraîcheur est plus grande à 1^{m},5 du sol que dans la couronne des arbres. Les températures extrêmes, qui ont varié pendant le courant de l'année de — 18,8 à 34,7 pour Haguenau hors bois et de — 17,1 à 30,4 sous bois à 1^{m},5 du sol; de — 16,3 à 30,4 pour Neumath hors bois et de — 16,1 à 26,8 sous bois; de — 14,8 à 28,1 pour la Melkerei hors bois et de — 12,9 à 24,1 sous bois, présentent des écarts moins grands sous bois que hors bois. La moyenne des écarts entre les extrêmes pour les trois stations est de 47,7 degrés hors bois et de 42,5 sous bois à la hauteur de 1^{m},5 du sol, contre 44,2 dans la couronne des arbres.

Température du sol hors bois et sous bois.

1885 à Haguenau	SOUS BOIS.						HORS BOIS.					
	Surface.	0m,15.	0m,30.	0m,60.	0m,90.	1m,20.	Surface.	0m,15.	0m,30.	0m,60.	0m,90.	1m,20.
Janv..	−1,1	−0,6	0,4	1,9	3,1	4,4	0,3	0,5	1,9	3,1	4,2	5,0
Févr..	3,4	2,4	2,1	2,6	3,1	3,7	2,8	2,6	3,2	3,3	3,8	4,3
Mars.	4,8	3,8	3,8	5,2	5,2	»	4,1	4,5	4,6	4,9	5,1	»
Avril.	11,5	9,2	8,6	9,2	8,3	»	8,1	8,5	8,0	7,1	6,7	»
Mai .	14,1	11,8	11,1	11,8	11,0	»	9,7	10,1	9,6	9,0	8,6	»
Juin..	23,1	19,7	18,0	18,0	16,3	15,1	14,8	15,0	14,1	12,3	11,3	10,3
Juillet	22,2	19,5	18,7	19,3	18,1	17,3	15,9	16,3	15,8	14,3	13,4	12,3
Août.	20,3	17,8	17,5	17,9	17,4	17,1	14,7	14,6	15,2	14,0	13,6	13,0
Sept..	15,6	14,6	14,7	15,3	15,3	15,4	13,0	13,0	13,7	13,1	12,9	12,5
Oct. .	9,6	9,6	10,0	11,1	11,8	12,5	9,0	9,1	10,1	10,4	10,8	10,9
Nov. .	5,2	5,3	5,7	6,9	7,9	9,0	5,0	5,2	6,4	7,2	8,0	8,5
Déc. .	1,8	2,4	3,0	4,6	5,7	»	1,9	2,4	3,9	5,0	6,0	6,6
Année	10,9	9,6	9,5	10,3	10,3	»	8,3	8,5	8,9	8,6	8,7	»

L'irruption des eaux souterraines du 22 mars au 1er juin, puis à partir du 11 décembre hors bois à la profondeur de 1^{m},2 a fait suspendre les observations pendant la durée de la présence de ces eaux. Hors bois la température moyenne diminue jusqu'à 30 centimètres de profondeur, pour augmenter de nouveau plus bas, tandis que sous bois la température la plus basse correspond au niveau du sol. Le même fait est à constater pour la station de la Melkerei, dans la montagne, tandis qu'à Neumath les différences sont moins prononcées, comme le montre la comparaison que voici des moyennes annuelles pour les trois stations, sous bois et hors bois :

Température du sol à diverses profondeurs.

PROFONDEURS.	HAGUENAU.		NEUMATH.		MELKEREI.	
	Hors bois.	Sous bois.	Hors bois.	Sous bois.	Hors bois.	Sous bois.
Surface	10,9	8,3	12,8	8,2	8,3	5,2
A 0^m,15	9,6	8,5	9,2	7,8	7,3	5,7
A 0^m,30	9,5	8,9	8,8	7,7	7,1	5,6
A 0^m,60	10,3	8,6	9,1	7,7	7,2	5,5
A 0^m,90	10,3	8,7	9,0	7,8	7,3	5,5
A 1^m,20	»	»	9,1	8,0	6,9	5,4

Plus élevée à la surface du sol hors bois, la température sous bois est en général un peu plus basse à la surface.

II. — Vents et nébulosité.

La direction et la force du vent ont été observées deux fois par jour, aux mêmes heures que la température à chaque station, avec le degré de nébulosité correspondant. On évalue la force du vent dans la proportion de 1 à 6, les chiffres 0 correspondant au calme plat, 1 à un vent faible, 2 à vent moyen, 3 à vent frais, 4 à vent fort, 5 à tempête, 6 à ouragan. Pour le degré de nébulosité, il est exprimé par les chiffres de 0 à 10, où 0 représente un temps tout à fait clair et 8 les jours couverts, on a pourtant un coefficient de 0,1 à 2,0 correspondant à l'intensité de la nébulosité. Le tableau ci-après résume les observations sur la direction des vents et indique comme dominants les vents du nord-est à Haguenau, les vents du sud-ouest à Neumath et à la Melkerei. Quant à la force du vent, la moyenne est de 2,4 pour les vents du nord-est à Haguenau, contre 1,7 pour ceux du sud-ouest. A Neumath, les vents du sud-ouest ont eu une force correspondant à 2,1 comme ceux du nord, tandis qu'à la Melkerei, les vents du nord et du nord-est se montrent plus forts, avec une vitesse de 1,5 à 1,8 contre 1,5 pour ceux du sud-ouest. Tout naturellement les influences locales sur la direction et la vitesse du vent sont plus prononcées pour les stations de la montagne que pour celles de la plaine.

TABLEAUX.

Direction des vents

1885.	N.	N.-N.-E.	N.-E.	E.-N.-E.	E.	E.-S.-E.	S.-E.	S.-S.-E.
								STATION
Janvier	1	1	12	7	»	4	»	3
Février	»	2	7	2	1	»	»	»
Mars	3	8	20	4	»	»	»	1
Avril	1	5	17	1	1	1	1	»
Mai	»	»	4	1	1	»	3	»
Juin	2	5	11	1	»	»	3	1
Juillet	6	7	19	2	1	1	1	»
Août	1	12	10	»	»	»	»	»
Septembre	»	5	5	»	»	1	3	2
Octobre	»	2	3	1	1	»	2	2
Novembre	1	3	19	5	1	2	2	1
Décembre	1	4	13	1	1	1	1	1
Totaux de l'année	16	54	140	25	7	10	16	11
								STATION
Janvier	»	»	»	»	26	2	4	»
Février	1	»	1	»	3	2	3	»
Mars	11	»	7	4	15	»	4	»
Avril	2	»	4	1	15	»	3	»
Mai	»	»	1	»	5	»	1	»
Juin	5	»	2	2	9	1	7	»
Juillet	19	1	4	2	10	»	4	»
Août	7	1	6	1	3	»	5	»
Septembre	4	»	»	»	4	1	4	»
Octobre	1	»	7	»	»	»	4	»
Novembre	1	»	»	1	23	»	5	»
Décembre	5	»	1	»	13	1	3	1
Totaux de l'année	47	2	33	11	126	7	47	1
								STATION
Janvier	»	3	5	4	2	6	5	»
Février	3	»	»	»	»	1	3	»
Mars	1	6	17	2	6	»	3	1
Avril	3	5	10	1	2	»	2	3
Mai	1	1	2	»	»	1	6	3
Juin	2	4	12	2	5	2	4	5
Juillet	4	6	17	4	6	1	1	1
Août	3	3	7	1	1	5	7	»
Septembre	1	2	3	»	»	1	2	3
Octobre	2	3	2	1	2	»	1	»
Novembre	3	3	6	4	3	»	5	3
Décembre	5	8	6	5	1	»	2	1
Totaux de l'année	28	44	87	24	28	17	41	20

observée 2 fois par jour.

S.	S.-S.-O.	S.-O.	O.-S.-O.	O.	O.-N.-O.	N.-O.	N.-N.-O.	CALME.	NOMBRE d'observations.
DE HAGUENAU.									
2	8	8	2	5	1	1	»	7	62
7	9	11	2	6	3	1	3	2	56
1	2	8	4	5	1	5	1	1	62
2	2	4	4	16	»	2	»	3	60
6	9	11	5	11	4	2	1	1	62
1	4	4	4	2	7	7	4	4	60
»	»	2	3	9	4	2	1	4	62
1	2	4	10	12	7	»	2	1	62
4	10	7	9	6	2	2	2	2	60
11	13	5	5	10	2	2	2	1	62
5	9	4	3	1	2	1	»	1	60
5	5	13	»	7	2	2	»	5	62
45	73	85	49	90	35	27	16	32	730
DE NEUMATH.									
»	1	21	»	5	»	»	»	3	62
3	6	26	»	7	»	»	»	4	56
»	1	12	1	5	»	1	»	1	62
5	1	14	5	7	»	1	»	2	60
»	3	29	5	15	1	2	»	»	62
7	»	12	3	9	»	3	»	»	60
1	1	3	»	8	3	6	»	»	62
2	»	15	6	12	»	4	»	»	62
4	»	26	4	9	»	2	»	2	60
1	»	32	2	11	»	»	»	4	62
4	»	14	3	3	1	1	»	4	60
2	2	16	1	3	1	4	»	9	62
29	15	220	30	96	6	24	»	29	730
DE LA MELKEREI.									
1	3	12	4	4	6	5	2	»	62
5	12	15	6	3	4	3	1	»	56
1	4	10	3	2	»	2	4	»	62
2	4	11	2	»	3	9	3	»	60
7	13	24	1	1	»	2	»	»	62
10	4	2	1	1	3	»	3	»	60
2	5	5	»	1	»	4	3	2	62
8	9	15	»	»	2	1	»	»	62
4	12	20	5	1	1	3	2	»	60
4	15	23	5	»	1	2	1	»	62
3	9	15	1	1	»	4	»	»	60
1	3	9	6	2	4	4	5	»	62
48	93	161	34	16	24	39	24	2	730

État du ciel et degré de nébulosité.

1885.	Haguenau.			Neumath.			Melkerei.		
	8 h. matin.	2 h. soir.	Moy.	8 h. matin.	2 h. soir.	Moy.	8 h matin.	2 h. soir.	Moy.
Janvier	7,7	5,1	6,4	6,5	5,5	6,6	3,6	3,4	3,5
Février	9,0	8,1	8,6	8,5	8,0	8,2	6,5	6,8	6,7
Mars	6,7	7,1	6,9	6,1	6,5	6,3	6,2	6,0	6,1
Avril	6,7	6,7	6,7	6,5	6,7	6,6	4,7	5,5	6,1
Mai	7,5	7,9	7,7	8,4	7,7	8,1	6,9	7,1	7,0
Juin	4,0	4,1	4,1	4,9	4,3	4,6	3,0	3,8	3,4
Juillet	4,2	4,7	4,4	4,6	4,7	4,7	3,3	4,1	3,7
Août	6,5	6,8	6,7	5,8	6,3	6,0	4,5	5,1	4,8
Septembre	6,5	6,5	6,5	7,3	6,7	7,0	6,5	6,0	6,3
Octobre	8,7	8,8	8,8	9,1	8,6	8,9	7,7	7,8	7,7
Novembre	8,5	8,1	8,3	8,5	8,3	8,4	7,2	7,0	7,1
Décembre	9,0	7,5	8,2	9,1	7,6	8,3	6,5	6,3	6,8
Année	7,1	7,0	7,0	7,1	6,7	6,9	5,6	5,7	5,7

D'après ces observations, la nébulosité augmente avec l'altitude, quoique le ciel soit aussi plus clair en montagne. La station de Haguenau, en plaine, accuse pendant l'année 1885 seulement 56 jours tout à fait sereins et 115 jours entièrement couverts; Neumath 45 jours sereins et 148 jours couverts; la Melkerei, par contre 80 jours sereins et 158 jours couverts. Dans les montagnes, les états extrêmes de sérénité et de nébulosité complètes sont plus fréquents qu'en plaine.

III. — Pluie et neige.

Les hauteurs d'eau observées représentent les quantités de pluie et de neige tombées directement sur le sol sous bois et hors bois, en millimètres, à savoir :

Hauteur d'eau tombée.

1885.	Haguenau.				Neumath.				Melkerei.			
	Hors bois.	Sous bois.	En plus		Hors bois.	Sous bois.	En plus		Hors bois.	Sous bois.	En plus	
			Hors bois.	Sous bois.			Hors bois.	Sous bois.			Hors bois.	Sous bois.
Janvier	13,0	12,0	1,0	»	18,0	18,8	»	0,8	29,6	30,7	»	1,1
Février	81,3	71,0	10,3	»	52,4	42,0	10,4	»	164,1	131,0	33,1	»
Mars	108,9	104,6	4,3	»	86,7	64,6	22,1	»	196,8	143,2	53,6	»
Avril	38,5	37,9	0,6	»	43,6	30,8	12,8	»	54,1	41,1	13,0	»
Mai	88,0	68,2	19,8	»	103,2	71,5	31,7	»	176,0	132,9	43,1	»
Juin	41,2	20,1	21,1	»	40,8	22,3	18,5	»	71,6	47,4	24,2	»
Juillet	102,2	82,1	20,1	»	57,0	39,4	17,6	»	120,5	91,8	28,7	»
Août	53,9	31,8	22,1	»	60,7	33,4	27,3	»	70,1	45,4	24,7	»
Septembre	81,3	65,7	15,6	»	72,4	51,3	21,1	»	186,2	113,9	72,3	»
Octobre	123,0	108,9	14,1	»	121,6	93,3	28,3	»	252,1	184,0	68,1	»
Novembre	53,2	55,5	»	2,3	54,0	44,9	9,1	»	211,5	169,0	42,5	»
Décembre	80,4	67,1	13,3	»	44,7	45,1	»	0,4	164,1	144,1	20,0	»
Hauteur annuelle	864,9	724,9	140,0	»	755,1	557,4	197,7	»	1696,7	1274,5	422,2	»
dont en neige	14,1	9,0	5,1	»	42,2	43,8	»	1,6	250,8	249,8	1,0	»

Ces observations montrent que la quantité d'eau, provenant de la pluie et de la neige, recueillie à la surface du sol est plus élevée hors bois que sous bois. A Haguenau, l'excédent tombé à la surface du sol hors bois est de 16 p. 100, à Neumath de 26 p. 100 et à la Melkerei 25 p. 100. Nous avons déjà constaté que les forêts de la Melkerei et de Neumath sont des futaies de hêtres, tandis que le pin constitue la partie de la forêt où se trouve la station de Haguenau. Or dans les bois feuillus la quantité de pluie retenue est d'autant plus forte que les feuilles sont plus grandes et elle diminue pendant la saison d'hiver, après la chute des feuilles. Pendant le mois d'août à la station de Neumath, la hauteur de pluie tombée sur le sol hors bois a dépassé de 45 p. 100 la hauteur constatée sous bois, tandis qu'en décembre et janvier les observations faites constatent un léger excédent sous bois. De même pour la futaie de hêtres de la Melkerei.

Nombre de jours avec précipitation atmosphérique hors bois.

1885.	HAGUENAU.	NEUMATH.	MELKEREI.
Janvier	6	6	6
Février	13	13	16
Mars	13	9	16
Avril	11	9	10
Mai	21	18	21
Juin	9	9	12
Juillet	10	6	9
Août	11	10	14
Septembre	16	15	17
Octobre	18	20	17
Novembre	11	8	12
Décembre	15	9	17
Année	154	132	167

Eau tombée dans les autres stations du réseau forestier, hauteur en millimètres.

1885.	SALZ-LECKE 225 m.	NIEDER-LAU-CHEN 650 m.	BAUM-SCHULE 400 m.	GLACI-MONT 700 m.	HER-REN-WALD 300 m.	EBER-BACH 135 m.	KARLS-THAL 480 m.	ERLEN-MUS 280 m.	MIT-TERS-HEIM 245 m.	AM-BACH 240 m.
Janv.	10,6	23,9	8,9	32,9	22,2	13,7	35,9	22,0	15,4	26,9
Févr.	56,7	110,4	58,5	120,3	88,9	81,1	79,7	86,5	62,6	56,8
Mars	68,5	213,2	91,6	170,8	102,4	95,1	129,6	94,4	98,0	86,2
Avril	17,6	44,4	28,0	73,5	47,1	38,6	67,0	41,6	46,0	34,4
Mai	73,0	195,4	99,1	158,8	107,2	98,5	145,8	91,8	96,1	70,3
Juin	46,3	75,4	50,4	64,6	49,8	41,4	68,3	48,2	56,0	38,7
Juillet.	54,5	82,6	84,7	88,8	62,1	87,5	170,3	63,2	58,2	56,1
Août	33,4	65,7	52,5	55,9	81,2	39.4	103,2	63,9	51,8	90,8
Sept.	105,5	177,3	100,8	168,2	87,2	85,6	147,5	84,0	59,0	79,4
Oct.	121,6	321,6	112,6	243,2	146,0	160,3	193,2	121,9	142,4	146,5
Nov.	15,7	164,2	45,4	143,1	81,7	62,0	131,8	63,1	58,8	68,6
Déc.	54,9	125,9	64,3	129,1	75,0	93,5	75,9	77,9	82,2	82,2
Année	658,3	1609,0	796,8	1449,2	950,8	896,7	1348,2	858,5	827,5	836,9

Les dix stations annexes, toutes situées à l'intérieur de grands massifs forestiers, font leurs observations depuis le 1er janvier 1885 et se répartissent comme suit :

Maison forestière de	Oberförsterei de	Altitude.
Salzlecke.	Hart (Nord).	325 mètres
Niederlauchen. . . .	Guebwiller	650 —
Baumschule.	Ribeauvillé	400 —
Glacimont	Schirmeck.	700 —
Herrenwald.	Petite-Pierre (Nord) . .	300 —
Eberbach.	Haguenau (Est)	135 —
Karlsthal.	Alberschweiler.	480 —
Erlenmus.	Bitsche (Nord).	280 —
Mittersheim.	Fénétrange	245 —
Moulin d'Ambach . .	Saint-Avold	240 —

Par rapport à la quantité d'eau tombée, l'année 1885 peut être considérée comme une moyenne ordinaire, car pour la période de 1882 à 1885, les trois stations forestières principales ont donné en précipitations atmosphériques hors bois et sous bois en millimètres :

ANNÉES.	HAGUENAU.		NEUMATH.		MELKEREI.	
	Hors bois.	Sous bois.	Hors bois.	Sous bois.	Hors bois.	Sous bois.
1882 . . .	926	667	1040	798	2191	1745
1883 . . .	624	524	705	553	1502	1203
1884 . . .	599	562	572	426	1318	1057
1885 . . .	865	725	755	557	1697	1274
Moyenne .	753	630	768	584	1677	1320

Hors bois, il est tombé en moyenne 21 p. 100 plus d'eau que sous bois. Ces observations confirment les résultats obtenus par l'École forestière de Nancy en Lorraine et dans le Loiret par M. Becquerel*. De plus, M. Becquerel a constaté dans le Loiret qu'il tombe plus d'eau près des forêts que loin des terrains boisés, en sorte que les forêts exercent aussi une certaine influence sur l'abondance des précipitations.

IV. — Humidité relative sous bois et hors bois.

L'humidité de l'air est déterminée d'après les observations faites sur le psychromètre d'August hors bois et sous bois. Sous bois, on note les observations à 1m,5 au-dessus de la surface du sol et dans la couronne des arbres. Voici les résultats moyens :

* Charles Grad, *Essai sur le climat de l'Alsace et des Vosges*, p. 130. Mulhouse, 1870.

Degré d'humidité de l'air.

1885.	Haguenau.			Neumath.			Melkerei.		
	Hors bois.	Sous bois. 1m,5 du sol.	Sous bois. dans cour.	Hors bois.	Sous bois. 1m,5 du sol.	Sous bois. dans cour.	Hors bois.	Sous bois. 1m,5 du sol.	Sous bois. dans cour.
Janvier	86	89	91	86	87	87	79	84	84
Février	84	86	88	79	82	81	77	82	81
Mars	75	78	80	75	75	75	82	84	86
Avril	65	66	60	62	62	62	63	64	66
Mai.	74	74	74	70	77	75	73	77	78
Juin	61	69	62	61	69	65	62	69	68
Juillet. . . .	68	78	71	65	75	71	68	76	76
Août	66	76	70	64	71	69	66	75	75
Septembre. . .	79	89	82	78	86	84	79	85	86
Octobre	88	92	92	86	90	90	86	90	92
Novembre . . .	86	89	91	85	85	85	84	86	87
Décembre . . .	89	92	93	92	93	92	85	89	90
Année. . .	77	82	80	75	79	78	75	80	81

Sous bois, l'air est plus humide que hors bois. La rosée condensée par les arbres des forêts est aussi plus considérable que hors bois, quoique imperceptible au pluviomètre. Le maximum observé correspond à la saison d'hiver, le minimum à l'été. Le degré d'humidité sous bois est de 6 à 7 p. 100 plus élevé que hors bois.

V. — Évaporation.

Autant les forêts ont d'influence sur la hauteur d'eau tombée à la surface du sol, autant elles en exercent sur l'évaporation beaucoup plus forte hors bois que sous bois. Les observations faites dans nos stations forestières portent sur un bassin d'évaporation rempli d'eau, dont la hauteur a été mesurée à la fin de chaque mois.

Hauteur d'eau évaporée sur une surface liquide.

1885.	Haguenau.			Neumath.			Melkerei.		
	Hors bois.	Sous bois.	Différence.	Hors bois.	Sous bois.	Différence.	Hors bois.	Sous bois.	Différence.
Janvier	9,0	4,5	4,5	»	6,5	»	14,1	11,1	2,7
Février	11,8	4,4	7,4	27,9	10,0	17,9	13,3	13,3	15,2
Mars	23,8	9,1	14,7	34,3	14,5	19,8	15,3	7,7	7,6
Avril	54,9	21,6	33,3	63,5	27,5	36,0	48,3	26,6	21,7
Mai.	37,5	15,3	22,2	55,0	13,7	41,3	28,3	15,3	13,1
Juin	77,4	26,6	50,8	79,0	23,5	55,5	66,9	26,5	39,7
Juillet. . . .	61,7	18,2	43,5	73,3	21,0	52,3	57,3	20,9	36,4
Août	54,4	17,4	37,0	71,0	22,5	48,5	50,5	19,3	31,2
Septembre. . .	27,3	6,0	21,3	40,0	9,0	31,0	40,0	14,0	26,0
Octobre. . . .	13,5	3,5	10,0	20,5	5,5	15,0	15,1	8,1	7,0
Novembre . . .	12,5	5,6	6,9	15,0	6,8	8,2	16,3	6,0	10,3
Décembre . . .	5,3	1,5	3,8	»	2,1	»	10,9	5,0	5,9
Année. . .	389,1	133,7	255,4	479,5	162,5	325,5	390,9	174,1	216,8

A la station de Neumath, il est tombé de la neige, dans le bassin d'évaporation hors bois en janvier et en décembre, en sorte que la hauteur d'eau évaporée pendant ces deux mois sur ce point n'a pu être déterminée exactement. Quant aux stations de la Melkerei et de Haguenau, l'évaporation sous bois atteint seulement 34 à 44 p. 100 de l'évaporation hors bois. Les hauteurs sont mesurées en millimètres. Voici d'ailleurs quelles ont été pendant la période de 1882 à 1885 les hauteurs annuelles de l'évaporation comparées aux hauteurs d'eau tombées à la surface du sol pour les deux stations de Haguenau et de la Melkerei.

ANNÉES.	HAGUENAU.				MELKEREI.			
	Eau tombée		Évaporation		Eau tombée		Évaporation	
	hors bois.	sous bois.	hors bois.	sous bois.	hors bois.	sous bois.	hors bois.	sous bois.
1882	926	667	350	130	2191	1746	343	159
1883	624	524	369	137	1502	1203	298	148
1884	599	561	397	149	1318	1057	359	167
1885	865	725	389	134	1697	1274	391	174
Moyenne. . .	753	630	376	137	1677	1320	348	162

D'une année à l'autre, les hauteurs d'eau évaporées varient beaucoup moins que les hauteurs d'eau tombées et malgré une différence d'altitude de 785 mètres entre les deux stations de Haguenau, en plaine, et de la Melkerei, en montagne, l'évaporation diffère peu pour les deux points. L'évaporation atteint à Haguenau 50 p. 100 de l'eau tombée hors bois et 22 p. 100 de l'eau tombée sous bois ; à la Melkerei, 21 p. 100 de l'eau tombée hors bois et 12 p. 100 de l'eau tombée sous bois. Le rapport entre l'eau tombée et l'eau évaporée hors bois à la Melkerei présente un écart beaucoup plus considérable qu'à Haguenau; comparées aux observations faites du 1er juillet 1844 au 30 juin 1846 pour fixer l'alimentation du canal de la Marne au Rhin et qui indiquent une évaporation de 436 millimètres pendant la première année et de 625 millimètres pendant la seconde année, les observations de nos stations forestières accusent une évaporation plus faible. Je ne saurais dire, pour le moment, si les différences constatées tiennent aux méthodes d'observation. Ce que les résultats acquis mettent en pleine évidence, c'est que le sol forestier conserve avec plus d'énergie que le sol non boisé, l'eau tombé du ciel sous forme de pluie ou de neige. Cela étant, les forêts assurent aux sources une alimentation plus régulière et leur conservation exerce sur les conditions climatériques d'un pays une influence dont la valeur économique dépasse dans beaucoup de cas l'importance même du rendement du bois ou de la rente forestière.

VI. — Importance des observations.

En résumé, les observations de nos stations de météorologie forestière complètent d'une manière heureuse les observations faites avant leur organisation pour l'étude du climat de notre pays. Elles ont mis en évidence l'action modératrice des forêts, indiquant des écarts de température moins considérables, un plus fort degré d'humidité relative, des précipitations d'eau et une évaporation moindre sous bois que hors bois. L'influence des forêts sur la régularisation du régime des eaux est hors de conteste. Aussi bien y aurait-il lieu de recommander à l'administration du pays et tout particulièrement au dirécteur général des forêts, M. Mayer, de compléter les observations si utiles organisées sous ses auspices par des expériences comparatives sur l'écoulement de l'eau dans une vallée boisée et dans une vallée non boisée. Les essais faits par l'administration française pour déterminer le rapport entre le débit de quelques ruisseaux des Vosges lorraines et de l'eau tombée à leur surface demandent à être repris et seraient d'une grande utilité pratique pour les travaux en cours ou à entreprendre pour l'aménagement des eaux et les améliorations agricoles*.

Outre les observations météorologiques, notre administration forestière fait enregistrer dans vingt autres stations de son service, disséminées sur toute l'étendue de l'Alsace-Lorraine, l'arrivée et le départ de certains oiseaux de passage, l'époque de l'apparition et des métamorphoses de divers insectes particulièrement intéressants pour la sylviculture. On note aussi la date de la première floraison, de l'apparition des feuilles, de la feuillaison générale, de la première maturité des fruits et changement de couleur des feuilles pour les principales essences d'arbres et de quelques autres végétaux, tels que le pin, le sapin, l'érable, le marronnier, l'orme, le bouleau, le charme, le hêtre, le chêne, le noisetier, l'aubépine, le frêne, le cytise, le mélèze, le sorbier des oiseleurs, la merise, le pommier, le poirier, le châtaignier, l'acacia, la vigne, l'orge, le seigle, l'avoine et le froment. Des tableaux spéciaux, joints aux rapports annuels de M. de Berg sur la météorologie forestière, donnent les résultats de ces diverses observations mises en regard pour les diverses stations du pays. Ce travail est fait avec soin et les météorologistes, comme les forestiers, doivent en désirer la continuation.

* Voyez dans les *Bulletins de la Société industrielle de Mulhouse*, année 1866, mon *Essai sur l'hydrologie de l'Ill*.

M. C. MILLOT

Chargé de cours à la Faculté des sciences, à Nancy.

MÉTHODE POUR REPRÉSENTER LA DISTRIBUTION DE LA TEMPÉRATURE LE LONG DES MÉRIDIENS. — ÉQUATEUR ANALLOTHERMIQUE

— *Séance du 16 août 1886.* —

Pour représenter plus complètement la répartition des températures moyennes à la surface du globe, j'ai imaginé de joindre aux cartes d'isothermes dont on se sert habituellement, des diagrammes donnant la température moyenne de tous les points situés sur un même méridien, en choisissant, à cet effet, des grands cercles le long desquels la distribution des températures offre des particularités remarquables.

Voici comment on obtient ces figures : Tracez un cercle de rayon quelconque, qui représentera un méridien terrestre, celui de Paris, par exemple (0° — 180°). Marquez sur la circonférence de ce cercle, chacun à sa latitude, les points où les différentes lignes isothermes coupent ce méridien. Adoptez une échelle quelconque, celle de 1 millimètre pour 1° centigrade, par exemple, et, de chaque point, menez dans la direction du rayon une ligne d'une longueur correspondante à la température.

Les températures supérieures à zéro seront portées extérieurement à la circonférence, celles au-dessous de zéro le seront en dedans. En joignant par un trait continu les extrémités de toutes ces lignes, vous obtiendrez une courbe fermée, renflée vers l'équateur et très déprimée vers les pôles, qui représentera l'*allure* de la température moyenne tout le long du méridien de Paris et pourra fournir la température moyenne des points intermédiaires à ceux qui ont servi à tracer ce diagramme. Une telle courbe donne ce que l'on pourrait appeler la *pente thermométrique* sur le méridien considéré.

On peut ainsi tracer non seulement la courbe de température moyenne annuelle sur tel ou tel méridien, mais aussi celles que fournit l'intersection du méridien avec les lignes *isothères,* ou moyennes de juillet, et avec les lignes *isochimènes,* ou moyennes de janvier.

Cette méthode pourrait également s'appliquer aux autres éléments météorologiques, mais les courbes de répartition de la pression barométrique, par exemple, n'offriraient pas grand intérêt, car la latitude n'intervient plus dans ce cas comme facteur prépondérant.

I

Le premier diagramme représente l'allure de la température moyenne annuelle le long du méridien de Paris ; l'inspection de la courbe donne lieu aux remarques suivantes :

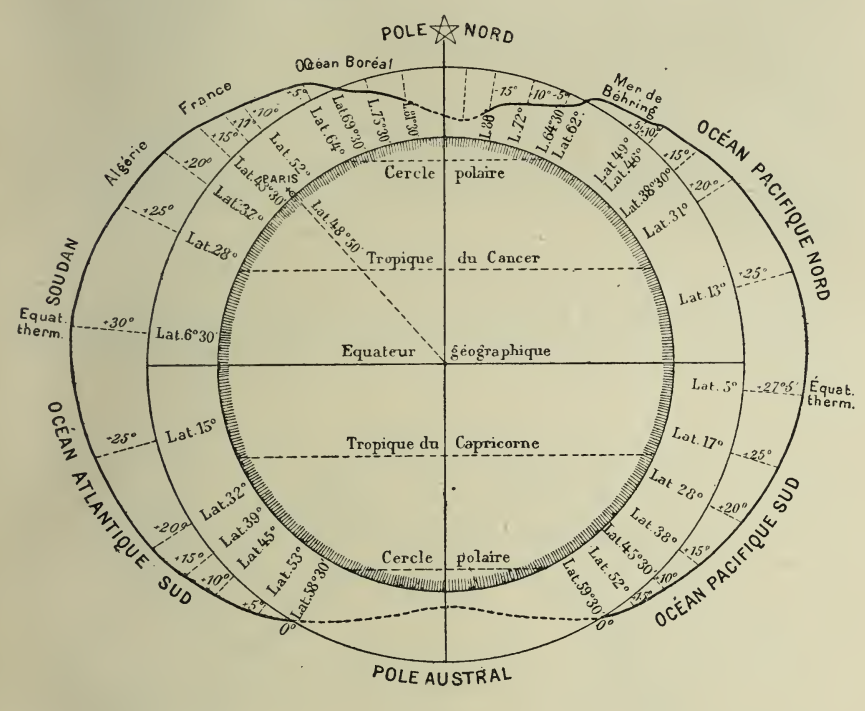


Fig. 1.

1° Grâce au Gulf-stream, l'isotherme de zéro coupe le méridien de Paris au nord du cercle polaire, de sorte que le pôle de froid est rejeté de l'autre côté du pôle de rotation, vers l'Asie ;

2° Sur le 180e méridien, la majeure partie des eaux du *Kuro-Sivo*, ou gulf-stream du Pacifique, est arrêtée par la barrière des îles Aléoutiennes et ne pénètre pas dans la mer de Behring, ce qui est indiqué très nettement par la courbe ; de plus, l'isotherme de zéro coupe le méridien au sud du cercle polaire ;

3° Sur le méridien de Paris, l'équateur thermique, à cause de l'influence des masses continentales, passe bien au nord de l'équateur géographique : il coupe le méridien zéro par 6°30′ de latitude, ce qui correspond à peu près au rivage nord du golfe de Guinée ;

4° Sur le 180e méridien, au contraire, l'équateur thermique tombe au milieu de l'Océan Pacifique et passe à 5 degrés au sud de l'équateur. En ce point, la température moyenne n'est que de 27°5, tandis

qu'elle est de 30° au croisement de l'équateur thermique avec le méridien de Paris ;

5° Dans l'hémisphère sud, qui est exclusivement océanique sur le méridien de Paris, la décroissance de la température vers le pôle est beaucoup plus uniforme et les deux portions de la courbe sont à peu près symétriques par rapport à l'axe de la terre ; il y a tout lieu de supposer que le pôle de froid austral coïncide avec le pôle géographique, ou s'en écarte très peu ;

6° Le segment de la sphère compris entre les isothermes de 25° est beaucoup plus large sur le méridien de Paris que sur le 180e et sa majeure partie est située au nord de l'équateur : c'est là l'effet du continent africain.

II

La figure 2 donne la température moyenne annuelle en chacun des points du méridien 105° ouest — 75° est qui passe par le pôle de froid américain.

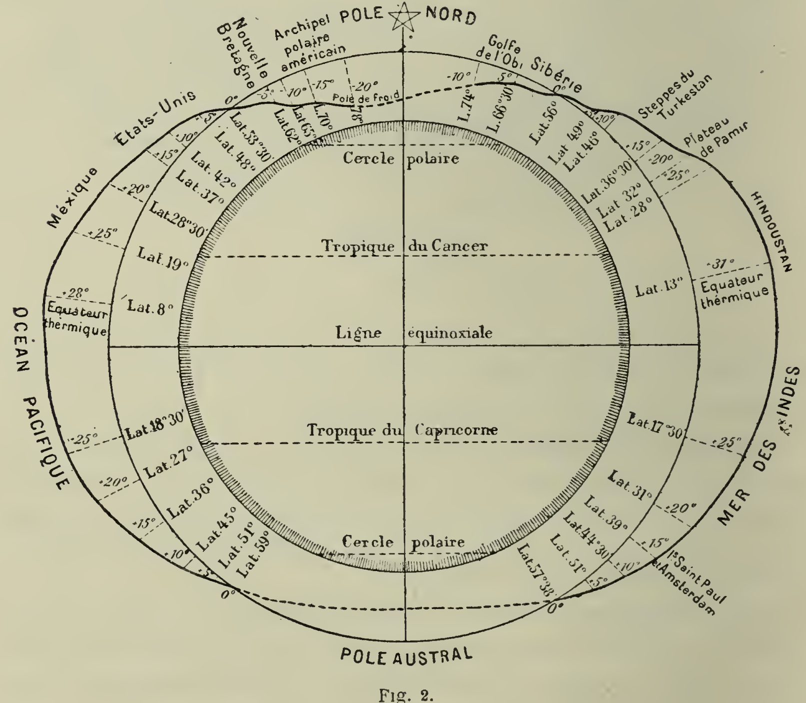


Fig. 2.

Voici ce qu'elle offre de particulier :

1° Le pôle de froid ne se trouve plus du côté de l'Asie et c'est à gauche de l'axe terrestre qu'on remarque la plus forte dépression de

la courbe. L'isotherme de zéro coupe le 105e méridien par une latitude assez basse, 53°30′;

2° L'équateur thermique coupe ce méridien dans l'Océan Pacifique au sud du Mexique ; la température moyenne est de 28° à leur point de rencontre qui se trouve à 8 degrés au nord de la ligne équinoxiale ;

3° Quant à la portion de la courbe qui se trouve dans l'hémisphère sud, elle présente la plus grande régularité, car elle passe tout entière sur les océans ;

4° Sur le méridien asiatique de 75° est, l'équateur thermique remonte jusque par 13° de latitude nord, et comme il passe en Hindoustan, la température moyenne y atteint 31° ;

5° La courbe fait voir aussi l'abaissement de la température moyenne que l'on observe sur le plateau de Pamir et les steppes du Turkestan, et plus encore celui qu'on trouve en Sibérie.

III

La figure 3 nous ramène au méridien de Paris ; les deux courbes qu'elle représente ont été tracées en se servant des points d'intersection des *isothères* et des *isochimènes* avec ce méridien et de la valeur des températures moyennes de janvier et de juillet en chacun de ces points.

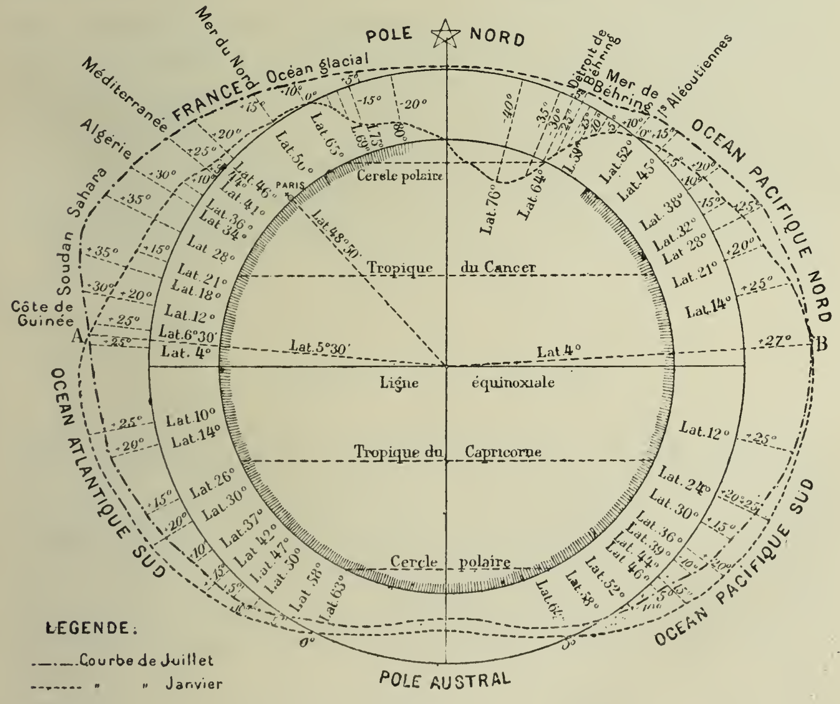


Fig. 3.

Ce diagramme nous offre d'une façon plus accentuée encore les particularités déjà remarquées sur la figure 1. On y constate en outre:

1° Le bombement de la courbe des températures de juillet au-dessus du Soudan et du Sahara ;

2° Le gulf-stream coupant obliquement le méridien de Paris, on voit, en janvier, la température baisser brusquement au nord de ses eaux chaudes ;

3° Le méridien 180 passe non loin du pôle de froid asiatique; aussi voit-on la plus forte dépression de la courbe de janvier descendre jusque par 76 degrés de latitude et indiquer en ce point une température de 40 degrés au-dessous de zéro ;

4° La courbe de juillet est extérieure à celle de janvier dans l'hémisphère nord et intérieure dans l'hémisphère sud, puisque les saisons sont opposées des deux côtés de l'équateur. On remarque dans l'hémisphère nord, où sont massés tous les continents, un bien plus grand écart entre les deux courbes et plus d'irrégularité dans leur tracé ;

5° Dans l'hémisphère austral, au contraire, presque en entier océanique, les deux courbes sont régulières et peu distantes l'une de l'autre, faisant bien voir ainsi l'influence puissante des grandes masses d'eau pour uniformiser les climats ;

6° Bien qu'on manque de données suffisantes pour pouvoir tracer les courbes de juillet et de janvier jusqu'au voisinage du pôle austral, l'allure et la direction qu'elles possèdent vers le 60e degré de latitude sud, semblent confirmer l'opinion qui a cours aujourd'hui parmi les météorologistes et les marins, à savoir qu'au pôle austral la température doit être moins froide en hiver qu'au pôle nord, mais aussi qu'elle doit moins se relever en été qu'elle ne le fait à l'extrémité opposée de la terre.

IV

ÉQUATEUR ANALLOTHERMIQUE.

On trouve sur les cartes d'isothermes la trace de tous les faits qui viennent d'être énumérés, mais il était intéressant de les mettre en relief au moyen d'un autre mode de représentation. Ce n'est pas la seule utilité de ces diagrammes : la figure 3 indique encore, à défaut d'observations directes, quels sont les points du méridien de Paris où la température varie le moins possible dans le cours de l'année, car il n'existe pas de régions du globe à température absolument constante. Ces deux points, A et B, se trouvent à l'intersection des deux courbes de janvier et de juillet : le premier, par une latitude de 5°30′ nord, est situé au

large de Whydah, dans le golfe de Bénin ; le second, à quatre degrés au nord de l'équateur, tombe en plein Océan Pacifique.

Comment la température varie-t-elle dans ces localités où la moyenne de janvier est égale à celle de juillet ?

En tous les points de notre planète situés en dehors des tropiques et sous les tropiques eux-mêmes, ce sont les mois de janvier et de juillet qui fournissent les moyennes mensuelles extrêmes de la température. Autrement dit, il n'y a par an qu'un maximum et un minimum. Il n'en est plus de même dans les localités situées auprès de l'équateur. Le soleil coupe deux fois par an la ligne équinoxiale, c'est donc aux équinoxes, ou plutôt un peu après ces époques, que les points de latitude zéro doivent avoir leur température maxima. Aux solstices, le soleil se trouve sur l'un ou l'autre tropique, à sa plus grande distance de la ligne équinoxiale, c'est donc un peu après ces époques que les points équatoriaux doivent avoir leur température minima. On devrait constater, par conséquent, chaque année, dans les localités situées sous l'équateur, deux maxima et deux minima de température. Mais il faut considérer que le soleil ne s'éloignant jamais beaucoup de la ligne, les écarts de température sont peu considérables. En outre, cet astre, dans son mouvement en déclinaison, entraîne après lui l'anneau de nuages, qui fait le tour de la terre au-dessus de la zone des calmes, et produit les averses diluviennes et les orages qui constituent l'hivernage des régions équatoriales. Qu'arrive-t-il alors ? C'est qu'au moment où la température devrait s'élever, par suite de la présence du soleil au zénith de l'observateur, le ciel se couvre, la pluie et les orages viennent atténuer ou même annuler les effets de la radiation verticale, malgré l'énorme dégagement de chaleur de vaporisation qui se fait dans cette circonstance. Aussi, bien que la théorie n'indique pas de points où la température soit absolument constante, il y a cependant des localités où les variations de la température sont insignifiantes. Au Gabon, par exemple, où j'ai passé les deux années 1868 et 1869 *, la température moyenne est 29° avec des écarts ne dépassant pas 27° et 31°.

Si la terre présentait une surface homogène, tous ces points de moindre variation annuelle de la température seraient exactement situés sous l'équateur, et c'est de part et d'autre de l'équateur qu'on verrait la température marcher en sens inverse dans les deux hémisphères, en offrant des écarts croissant régulièrement avec la latitude. Autrement dit, c'est sur la ligne équinoxiale que se couperaient les deux courbes de température moyenne de janvier et de juillet, menées le long d'un méridien. Mais, de même que l'inégale distribution des

* Par 0°21' lat. N.

terres et des océans donne un tracé sinueux à l'équateur thermique et le rejette, pour sa plus grande partie, dans l'hémisphère nord, la ligne qui reliera tous les points où la variation annuelle de la température est minimum, différera aussi de l'équateur géographique. Afin d'abréger, j'appelle cette ligne l'*équateur anallothermique* (α, privatif; ἀλλοιῶ, je change).

Pour l'obtenir, il n'y a qu'à construire les courbes de janvier et de juillet sur un grand nombre de méridiens, noter les coordonnées géographiques de leurs points d'intersection, porter ces points sur un planisphère et les réunir par un trait continu.



Fig. 4.

Voici les latitudes des points où l'équateur anallothermique coupe les méridiens espacés de 20 degrés :

LONGITUDES	LATITUDES	CONTRÉES
180°	4° Nord	Océan Pacifique.
160° Ouest	3° —	
140° —	2° —	
120° —	0° (équateur)	
100° —	9° Nord	
80° —	8° —	Panama, Colombie, Vénézuéla.
60° —	7° —	
40° —	9° —	Océan Atlantique.
20° —	8° 30′ —	

LONGITUDES	LATITUDES	CONTRÉES
—	—	—
0° (Paris)	5° 30′ —	Continent africain.
20° Est	1° 30′ —	
40° —	0° 30′ Sud	
60° —	7° Nord	Mer des Indes, mer d'Oman, Hindoustan, golfe du Bengale.
80° —	9° 30′ —	
100° —	8° —	Presqu'île de Malacca.
120° —	6° —	Mer de Célèbes.
140° —	8° 30′ —	Océan Pacifique.
160° —	6° —	

Ainsi qu'on peut le voir, l'équateur anallothermique est situé à peu près en entier au nord de l'équateur géographique, à cause du bombement que les continents, massés dans l'hémisphère nord, produisent dans la courbe de la température de juillet sur la plupart des méridiens. La ligne anallothermique se rapproche de la ligne équinoxiale dans l'Océan Pacifique, mais elle se relève au-dessus des mers chaudes, telles que la mer des Indes et l'Atlantique tropical ; nulle part elle ne s'écarte à plus de dix degrés de l'équateur géographique.

En comparant l'équateur anallothermique à l'équateur thermique on verrait que ces deux courbes diffèrent beaucoup entre elles, tout en présentant de nombreux points d'intersection. Cela se conçoit très bien : une température moyenne donnée peut être la résultante de grandes comme de petites variations dans l'étendue de la colonne thermométrique. On verrait, par exemple, que le plus grand écart entre les deux courbes a lieu sur le quarantième méridien oriental, où l'équateur anallothermique descend, sur la côte orientale d'Afrique, un peu au sud de la ligne équinoxiale, tandis que l'équateur thermal remonte au nord du 10e parallèle et va passer sur le golfe d'Aden, qui est bordé de régions désertiques, où la sécheresse excessive de l'air occasionne des écarts de température relativement considérables eu égard à la latitude.

Bibliographie. — Pour construire les figures 1 et 2, je me suis servi de la carte n° 3 de l'*Atlas du Cosmos,* édité par L. Guérin, en 1867, pour accompagner les œuvres d'Alexandre de Humboldt et de François Arago. Les cartes de cet Atlas de physique du globe ont été dressées par M. Vuillemin, sous la direction de M. J.-A. Barral.

Pour construire la figure 3 et les 8 autres diagrammes qui m'ont fourni 18 points d'intersection de l'équateur anallothermique avec les méridiens, je me suis servi des excellentes cartes d'isothermes que M. Teisserenc de Bort a publiées, en 1881, dans les *Annales du Bureau central météorologique.*

M. PIERSON

Ancien instituteur, à Vézelise (Meurthe-et-Moselle).

OBSERVATIONS SUR LES BROUILLARDS DE MARS ET LEURS CONSÉQUENCES POUR LES GELÉES EN MAI, SURVENUES A VÉZELISE (MEURTHE-ET-MOSELLE), PENDANT UNE PÉRIODE DE 35 ANS, DE 1850 A 1886.

— Séance du 18 août 1886. —

L'auteur s'est proposé, pendant de nombreuses années, de vérifier l'exactitude plus ou moins réelle des proverbes cités au pays, mais particulièrement sur les dictons des *brouillards de mars,* qui, d'après les dires, amènent, aux quantièmes correspondants de mai, de la *pluie* ou de la *gelée.*

Voici les observations faites pendant cette longue période en mars et en mai :

1852. — Brume du 4 au 10 mars ; vignes gelées le 9 mai.
1853. — Vigne gelée le 25 avril.
1854. — Deux jours de brume, les 17 et 18 ; gelée le 19 mai, la moitié des vignes est gelée.
1855. — Brouillards les 6 et 14 ; refroidissement vers le 10 mai, gelée le 12.
1856. — Brouillards le 20 et le 21 ; gelée le 23 mai.
1857. — Mars fut beau et on n'eut pas à déplorer de gelées en mai.
1858. — Mars pluvieux, quelques jours de brume ; il ne gela pas en mai.
1859. — Brouillards le 2 et le 3 mars, brumeux le 15 ; gelée le 1er mai, abaissement de la température vers le 15.
1860. — Mars pluvieux, peu de brouillards ; le temps est froid en mai, mais il ne gèle pas. Mauvaise année.
1861. — Fort brouillard les 6 et 7 mars ; le 6 mai forte gelée qui détruit les pousses de la vigne.
1862. — Brumeux les 18 et 19 mars ; gelée le 18 mai.
1863. — Brouillards les 3 et 16 mars ; gelée le 16 mai.
1864. — Brouillards les 2 et 14 ; il ne gèle pas en mai, mais la température est basse. Les vignes furent gelées le 28 avril.
1865. — Le commencement de mars est brumeux ; les vignes sont gelées le 1er mai.
1866. — Faible brouillard le 20 ; le 20 mai abaissement sensible de la température, mais il ne gèle pas.
1867. — Brume dans la troisième décade de mars ; le 24 et le 25 mai la température baisse tellement qu'il tombe une forte neige, il gèle à tout détruire.
1868. — Fort brouillard les 2, 3 et 4 mars. Abaissement de la température aux quantièmes correspondants en mai et petite gelée le 6.
1869. — Faible brouillard les 8 et 12. Gelées en mai les 14 et 15.

1870. — Brumeux les 5 et 6. Gelées très nuisibles les 5, 6 et 7 mai.
1871. — Brume le 15; refroidissement dès le 12 mai, gelée le 18.
1872. — Brouillards les 3, 4 et 15 mars. Pas de gelées en mai.
1873. — Forts brouillards les 1er, 19, 23 et 24 mars; pas de gelées en mai.
1874. — Brouillards les 2, 23 et 26 mars; gelées les 2 et 3 mai.
1875. — Brumeux les 13, 17 et 25 mars; petites gelées peu nuisibles les 26 et 27 mai.
1876. — Brouillards les 26 et 27 mars; abaissement sensible de la température dès le 25 mai. Neige le 13 mai.
1877. — Le 3 mars est brumeux, fort brouillard le 31. Il gela le 3 mai, il plut le 31.
1878. — Brume les 1er, 2 et 19 mars; pas de gelées en mai.
1879. — Brouillards les 2, 6, 7, 9, 18, 19 et 22 mars; abaissement de la température dans les premiers jours de mai, neige le 7 toute la journée.
1880. — Brouillards le 7 et le 8; gelées les 8, 9 et 10 mai.
1881. — Brouillards les 18, 19 et 24 mars; la température s'abaisse dès le 17 mai.
1882. — Brume le 4; forts brouillards les 9 et 11; brumeux les 13 et 28. Gelée le 10 mai; il fait froid le 13.
1883. — Mars est brumeux le 1er, le 21 et le 31. Température très basse le 1er mai; gelée le 21 mai.
1884. — Brumeux les 1er, 2, 6, 7, 8, 13, 14 et 28. Abaissement de la température le 1er mai; gelées les 28 et 29.
1885. — Fort brouillard le 8 mars, le 16 et le 31. Gelée le 16 mai.
1886. — Brouillards partiels les 3, 6, 16 et 17 mars. Gelées désastreuses les 3, 4, 5 et 6 mai.

D'après l'auteur, l'examen de ce tableau, pris sur le vif, prouve péremptoirement que le dicton est vrai, car il ne se passe pas une année sans que l'interprétation n'en soit appliquée, en tout ou en partie.

M. G. COTTEAU

Président de la Société géologique de France, à Auxerre.

SUR TROIS GENRES NOUVEAUX D'ÉCHINIDES ÉOCÈNES

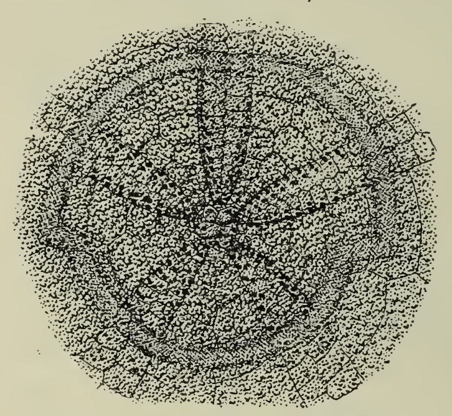
— Séance du 13 août 1886. —

Nous devons à l'obligeance de notre collègue, M. Vilanova, professeur de géologie au muséum d'histoire naturelle de Madrid, la connaissance de trois genres nouveaux d'échinides provenant du terrain éocène de l'Espagne. Deux de ces genres, *Coraster* et *Ornithaster,* forment avec le genre *Ovulaster,* provenant sans doute du terrain éocène de l'Espagne et que nous avons fait connaître, en 1884, dans nos *Échinides nouveaux ou peu connus,* un petit groupe très naturel de la famille des *Holastéri-*

dées. Les espèces de ce groupe sont nettement caractérisées par leur petite taille, par l'absence presque complète de sillon antérieur, par leurs aires ambulacraires superficielles composées de pores presque égaux, très rapprochés les uns des autres, disposés par paires transverses serrées près du sommet, s'espaçant au fur et à mesure qu'elles descendent vers l'ambitus, s'ouvrant à la base des plaques tout près de la suture, par leur appareil apical subcompact et muni de quatre pores génitaux. Ces genres diffèrent entre eux par la disposition de leur fasciole et la structure de leur péristome.

Le genre *Ovulaster* a été décrit et figuré dans nos *Échinides nouveaux ou peu connus* (2e sér., p. 37, pl. V, fig. 1-5, 1884). Voici la diagnose des genres *Coraster* et *Ornithaster* qui seront très prochainement décrits et figurés dans le *Bulletin de la Société zoologique de France*.

Genre *Coraster* Cotteau, 1886. — Test de petite taille, renflé, arrondi au pourtour, subtronqué en arrière, bombé en dessous. Sommet ambulacraire excentrique en avant. Sillon antérieur presque nul. Aires ambulacraires à fleur de test, formées de petits pores arrondis, les externes paraissant quelquefois subvirgulaires, s'ouvrant à la base des plaques. Tubercules abondants, scrobiculés, accompagnés de granules nombreux et homogènes. Péristome très excentrique en avant, muni d'une petite lèvre saillante. Périprocte circulaire, situé au sommet de la face postérieure. Appareil apical subcompact, pourvu de quatre pores génitaux. Fasciole péripétale.



Genre *Coraster*, face supérieure grossie.

Type : *Coraster Evaristei*, Cotteau.

Genre ORNITHASTER Cotteau. — Test de taille moyenne, épais, renflé, un peu allongé, arrondi au pourtour, subtronqué en arrière, légèrement bombé en dessous. Sommet ambulacraire très excentrique en avant. Sillon antérieur nul. Aires ambulacraires composées de pores petits, un peu inégaux, les internes arrondis, les externes légèrement virgulaires, disposés par paires serrées près du sommet, très espacées vers l'ambitus. Tubercules espacés, scrobiculés. Péristome assez grand, subcirculaire, superficiel, éloigné du bord, sans aucune trace de lèvre saillante. Périprocte arrondi, placé au sommet de



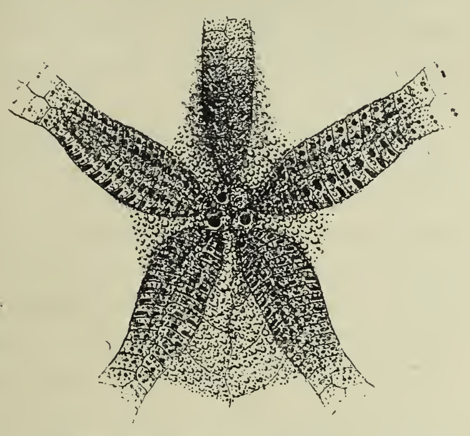
Genre *Ornithaster*, péristome grossi.

la face postérieure. Appareil apical subcompact, paraissant muni de quatre pores génitaux. Fasciole péripétale.

Type : *Ornithaster hispanicus,* Cotteau.

Associé aux deux genres que nous venons de décrire, il s'en rencontre un troisième, également de taille peu développée, que nous considérons comme nouveau et auquel nous avons donné le nom de *Brissopneustes.* Ce genre fait partie de la famille des *Brissidées* et se place entre les *Micraster* et les *Isopneustes.*

Genre *Brissopneustes* Cotteau. — Test de petite taille, allongé, subcordiforme, régulièrement renflé en dessus, subacuminé et verticalement tronqué en arrière, légèrement bombé en dessous. Sommet ambulacraire excentrique en avant. Sillon antérieur à peine apparent. Aire ambulacraire impaire formée de petits pores simples. Aires ambulacraires paires pétaloïdes, un peu excavées, flexueuses, composées de pores étroits unis par un sillon. Dans les aires paires antérieures, la zone porifère antérieure est sensiblement plus étroite que l'autre. Tubercules très petits, assez abondants, épars, plus développés à la face inférieure où ils sont nettement scrobiculés. Péristome labié, excentrique en avant. Périprocte arrondi, s'ouvrant au sommet de la face postérieure. Appareil génital étroit, muni de trois pores génitaux. Fasciole sous-anal large.



Genre *Brissopneustes,* face supérieure grossie.

Type : *Brissopneustes Vilanovæ,* Cotteau.

M. A. PERON

DESCRIPTION DU TERRAIN TERTIAIRE DU SUD DE L'ILE DE CORSE

— Séance du 13 août 1886. —

Les éléments de la présente note ont été recueillis, il y a vingt-trois ans, pendant un séjour de six mois que je fis à Bonifacio. Envoyé de là en Algérie, je fus empêché de publier immédiatement le résultat de

mes recherches en Corse. En 1868 seulement, je présentai à la Société géologique de France une note sur le terrain miocène de Bonifacio*, mais cette note, très restreinte, avait seulement pour objet de répondre à un mémoire que M. Tabariès de Grandsaignes venait de publier à la suite d'un voyage en Corse** et sur certains points duquel mes observations se trouvaient en désaccord avec celles de notre honoré confrère. J'annonçais d'ailleurs dans cette même note que mon intention était de publier prochainement un travail détaillé sur le terrain tertiaire du sud de la Corse.

Cette fois encore les événements ne me permirent pas de donner une suite immédiate à ce projet et mon travail resta dès lors dans mes papiers à l'état d'ébauche. Aussi quand, en 1877, MM. Locard et Cotteau entreprirent la publication d'une monographie paléontologique du terrain tertiaire de la Corse, je fus heureux de leur communiquer les nombreux et beaux fossiles que des recherches très multipliées aux environs de Bonifacio m'avaient procurés. Ceux de nos confrères qui ont consulté cette monographie ont pu voir quelle place importante mes récoltes y occupent. En outre, en ce qui concerne la stratigraphie, j'ai fourni à M. Locard, sur les divisions naturelles du terrain et la répartition de la faune, des renseignements que ce savant a bien voulu reproduire dans un des chapitres de son intéressant ouvrage.

J'avais donc à ce moment à peu près renoncé à un travail descriptif qui avait ainsi perdu une bonne partie de sa nouveauté et de son intérêt. Cependant mes notes manuscrites contenaient encore une grande quantité de détails inédits et importants.

Tous les auteurs qui ont traité de la stratigraphie du terrain tertiaire de Bonifacio, comme Jean Reynaud en 1834 et, tout récemment, M. Hollande, ne l'ont fait qu'en quelques pages et fort sommairement. Malgré les travaux dont je viens de parler, cette formation est donc restée très incomplètement connue, et j'ai pensé qu'il y aurait utilité à la décrire d'une façon plus détaillée. Mes souvenirs ne me permettront plus guère de rien ajouter à mes notes prises sur place, mais telles qu'elles sont, elles peuvent être utiles aux géologues qui visiteront la contrée.

J'aurai d'ailleurs maintenant l'avantage de profiter des renseignements paléontologiques et des déterminations données par MM. Locard et Cotteau et mon travail y gagnera une précision qu'il n'aurait pas eue avant la publication de la monographie de ces savants spécialistes.

* *Bull. Soc. géol. de France,* t. XXV, p. 670.
** *Bull. Soc. géol. de France,* t. XXV, p. 74.

ASPECT GÉNÉRAL ET EXTENSION GÉOGRAPHIQUE DU TERRAIN TERTIAIRE DES ENVIRONS DE BONIFACIO.

L'îlot de terrain tertiaire qui occupe la pointe méridionale de la Corse forme un plateau dont l'aspect tranche vigoureusement sur celui des montagnes granitiques qui l'entourent. Ce plateau est sillonné de vallées parfois profondes et à bords escarpés, mais, pour un observateur placé sur les hauteurs de la Trinité, qui dominent, au nord, le plateau de Bonifacio, ces vallées disparaissent ainsi que les petites inégalités des mamelons et on a l'impression d'une large plaine qui s'étend au pied des montagnes de la Trinité depuis le golfe de Santa-Manza et la grande presqu'île de Capicciolo jusqu'aux rivages méridional et occidental de l'île.

Le sommet de ce plateau est en général peu fertile. Le sol est jonché de pierres calcaires que les habitants sont obligés d'écarter pour trouver une terre cultivable. Ils s'en servent pour construire des murs de clôture autour des propriétés et surtout pour élever autour des oliviers de petits murs en hémicycle abritant les arbustes contre le terrible vent du sud-ouest qui rase impitoyablement tout ce qui dépasse le mur. Les parties déprimées du plateau sont cultivées en blé et plantées d'oliviers ; le reste est en friches et semé de bouquets de myrtes, de lentisques et d'arbousiers.

Les vallées qui découpent le plateau sont beaucoup plus fertiles. Généralement bien arrosées, elles sont cultivées en jardins, en prairies, etc. Les flancs sont plantés en vignes qui donnent un vin grisâtre très agréable. Dans la région plus éloignée de la ville, les flancs des vallées sont habituellement boisés, quand ils ne forment pas un abrupt trop escarpé.

Dans son ensemble, le plateau va s'abaissant du nord au sud et au sud-est. Dominés au nord par la chaîne de la Trinité dont les sommets culminent à 229 mètres (Hermitage), 240 mètres (Corbo), 243 mètres (Corpo-di-Verga), les premiers mamelons qui portent du terrain tertiaire ne dépassent pas l'altitude de 120 mètres. Au sud de la route de Bastia et jusqu'à la falaise du détroit, l'altitude moyenne du plateau est de 85 mètres. Les hauteurs qui supportent le sémaphore et le grand phare de Pertusato atteignent seules une centaine de mètres. De ces points, en se dirigeant vers l'est, l'altitude diminue rapidement.

Vers le golfe de Santa-Manza elle n'est plus que d'une soixantaine de mètres et vers l'autre extrémité du bassin, à la pointe de Sprone, la hauteur des couches tertiaires s'abaisse même à une vingtaine de mètres. La presqu'île de Capicciolo, au bord de laquelle s'arrête le ter-

rain tertiaire, montre de nouveau des hauteurs granitiques qui s'élèvent à plus de 100 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Il est à remarquer que la dépression orographique du plateau que nous signalons ne se produit pas dans le sens de l'inclinaison générale des couches, mais au contraire en sens inverse. Les strates miocènes sont en effet dans leur ensemble assez fortement inclinées de l'est à l'ouest. Les premiers dépôts affleurent seulement vers les limites orientale et septentrionale du bassin et sont recouverts par des couches de plus en plus récentes à mesure qu'on se rapproche de la côte occidentale.

Les dimensions, très restreintes d'ailleurs, de l'îlot tertiaire dont nous nous occupons ont été déjà indiquées et une petite carte géologique des environs de Bonifacio a été donnée par Jean Reynaud dans le premier tome des Mémoires de la Société géologique.

Mais le tracé des contours étant défectueux sur plusieurs points, nous jugeons utile de le reprendre et de donner une nouvelle carte de cette petite région. (Planche VI.)

La limite du terrain tertiaire est en général facile à distinguer en raison de la nature si différente du terrain granitique qui l'environne.

Il existe cependant quelques endroits au nord où des maquis épais masquent la ligne de séparation, laquelle est alors d'autant plus difficile à bien tracer que les premiers dépôts tertiaires se composent de graviers granitiques faciles à confondre avec le granit lui-même.

Au nord-ouest, la baie de Paraguano forme la séparation entre les deux terrains. Son côté nord est constitué par des rochers granitiques et le rivage sud par les couches miocènes qui y forment une petite falaise escarpée.

Entre la pointe de Paraguano et les îles Fazzio, toute la côte est ainsi en falaises de calcaire dur, peu fossilifère, recouvert par des assises de mollasse plus friable.

Du fond de la baie de Paraguano, la ligne limite du terrain tertiaire s'infléchit au sud et coupe la route de Bonifacio à Ajaccio, à 3^{kil},700 de la première ville; puis elle remonte vers le nord en contournant deux mamelons étroits et allongés qui sont recouverts seulement de quelques minces couches calcaires. Ces couches sont ici assez fortement relevées vers la montagne et plongent vers le centre du bassin. Il est manifeste que, dans cette région, la plus grande partie du terrain tertiaire a disparu par dénudation. Les deux collines dont nous parlons sont de véritables témoins qui ont été sauvés de la destruction par la dureté des couches calcaires qui les couronnent. Le rivage tertiaire était sensiblement plus au nord sur le versant même des montagnes de la Trinité, et je n'hésite pas à en reconnaître les traces dans une ligne de rochers

granitiques visiblement façonnés par les eaux, mamelonnés, excavés et creusés de grottes que l'on voit à une altitude uniforme le long de la chaîne.

Les deux collines tertiaires de Sappa et de Finocchio se prolongent parallèlement entre la route d'Ajaccio et une longue vallée où coule le ruisseau de Canalli.

La ligne limite, après avoir remonté un peu cette vallée, traverse le ruisseau près de la route de Porto-Vecchio. Au delà, vers le lieu dit Fiuretto, une nouvelle croupe calcaire semblable aux deux précédentes s'avance presque jusqu'à la montagne entre les ruisseaux de Canalli et de Balistra. Le terrain tertiaire longe ensuite ce dernier ruisseau et vient par des collines à pentes douces occuper toute la région au sud de l'étang de Balistra.

A partir de cet étang, les assises miocènes, devenues beaucoup plus puissantes, forment sur le golfe de Santa-Manza une grande et belle falaise qui est un des points les plus intéressants de la contrée. Les bancs de calcaire dur et blanc qui occupent la partie haute de cette falaise forment une pointe remarquable par sa couleur blanche qui lui a valu le nom de *Capo-Bianco*.

La falaise de Capo-Bianco est interrompue au sud par un autre étang, celui de Canetta.

Au delà, le terrain miocène se montre encore mais seulement par les couches de la base. Elles occupent le sommet de la falaise et tout le reste appartient à la formation granitique. Ces couches sont ici fortement inclinées. Le soulèvement a été sur ce point manifestement plus énergique qu'à Capo-Bianco, car les premiers terrains stratifiés y occupent un niveau bien supérieur et sont d'ailleurs visiblement disloqués.

Au sud de l'étang de Canetta, la côte est complètement granitique jusqu'à la baie de Stintino. Toute la pointe nord de cette baie est en granit et c'est seulement à une certaine distance du rivage que les calcaires miocènes commencent et viennent former des abrupts sur les deux versants du long ravin de Canalli. La pointe sud de la baie, très aiguë et prolongée, est au contraire couronnée par un calcaire dur qui repose sur le granit à sept mètres environ au-dessus du niveau de la mer.

Après ce cap, le terrain tertiaire s'éloigne de nouveau du rivage. Il occupe à l'ouest le sommet de deux collines et vient former un large hémicycle autour du fond du golfe de Santa-Manza.

Sur tous ces derniers points, on n'aperçoit que l'assise de calcaire grossier qui forme la base de l'étage. Les couches marneuses fossilifères qui lui sont superposées n'affleurent qu'à un kilomètre environ plus loin dans la direction de l'ouest.

A partir du chemin de Santa-Manza, la ligne de séparation du terrain tertiaire se dirige au sud, coupe le chemin de San-Giuliano, puis celui de Parisi, vers son point de jonction avec le chemin de Gallo, suit ce dernier, puis celui de Campolongo en s'infléchissant vers le sud-est. Sur tout ce parcours, la démarcation est bien nette. Partout les calcaires inférieurs, très résistants, forment une saillie en corniche qui domine la vallée granitique.

Puis, au-dessus de ces calcaires viennent s'étaler les marnes rougeâtres qui dessinent une bande colorée bien visible même de loin. Sur plusieurs points, notamment à l'intersection des chemins de Parisi et de Gallo, on peut relever de bonnes coupes des premiers dépôts miocènes.

Le chemin de Campolongo, que côtoie la bordure tertiaire sur un assez long espace, nous amène auprès des étangs de la Piantarella, près du cap de Sprone. Entre les deux étangs, une petite pointe, en face de l'île de Piana, est formée par les calcaires durs et les graviers, mais ces couches ne se prolongent à l'ouest que jusqu'à hauteur du milieu de l'étang. Au delà c'est le granit qui règne. L'autre pointe, au sud de l'étang, c'est-à-dire le cap de Sprone, est entièrement constituée par le terrain tertiaire qui de là s'étend le long de la côte méridionale de l'île, bordant le détroit d'une falaise escarpée et de plus en plus élevée, à mesure que l'on s'avance vers l'ouest[1].

Les îles qui, dans le détroit de Bonifacio, sont situées en face du cap de Sprone, notamment la grande île de Cavallo, puis celle de Lavezzi, tristement célèbre par le naufrage de la frégate *la Sémillante,* ne nous ont présenté aucune trace de terrain tertiaire. Elles sont exclusivement formées par les roches granitiques.

Les contours de l'îlot tertiaire de Bonifacio se trouvent à peu près tracés dans toute la région sud par la falaise méridionale. Il n'y a plus qu'à laisser en dehors quelques parties basses du rivage et quelques fonds de vallées qui sont encore occupés par le granit entre la pointe de Sprone et le cap Percé. Puis, à partir de ce point, le tertiaire forme exclusivement toute la falaise jusqu'à Bonifacio et de là jusqu'à la baie de Paraguano où nous l'avons vu commencer.

STRATIGRAPHIE ET PALÉONTOLOGIE.

Les assises qui composent le terrain tertiaire du sud de la Corse ne sont pas horizontales comme l'ont pensé quelques géologues qui ne les ont observées que dans les falaises de Bonifacio. Sur certains points du

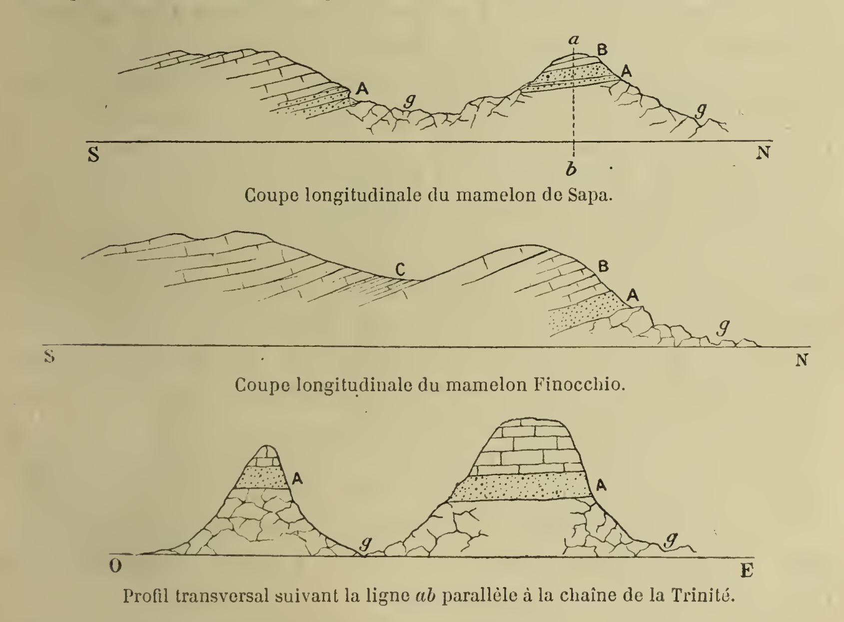
1. Il y a lieu de faire remarquer ici que la petite carte géologique publiée par Raynaud en 1834, laisse dans le granit toute la côte de Sprone jusqu'au phare de Pertusato. C'est là le résultat d'une exploration sans doute incomplète.

pourtour du bassin, elles sont assez fortement relevées et même disloquées et tout l'ensemble plonge vers l'ouest d'une façon assez continue, de telle sorte qu'en allant du golfe de Santa-Manza à la presqu'île de Bonifacio, on marche sur des assises de plus en plus récentes.

J'ai eu l'occasion déjà[1] d'indiquer d'une façon générale cette disposition des couches. Je veux aujourd'hui détailler et compléter ces renseignements sommaires par la reproduction des coupes stratigraphiques relevées dans les localités les plus intéressantes et par l'indication de la faune propre à chaque assise.

La bordure N.-O. de l'îlot tertiaire ne donne aucune coupe un peu étendue. La falaise de la baie de Paraguano est peu élevée et formée par un calcaire mollassique dur, peu fossilifère.

Plus à l'est, les longues collines de Sappa, de Finocchio et de Fiuretto sont couronnées par des bandes minces et étroites de calcaires redressés du côté de la montagne et plongeant vers le sud-est. Les premières assises de l'étage seules sont visibles sur ces hauteurs. Nous indiquons ci-dessous la disposition et la nature de ces assises.



Coupe longitudinale du mamelon de Sapa.

Coupe longitudinale du mamelon Finocchio.

Profil transversal suivant la ligne *ab* parallèle à la chaîne de la Trinité.

Fig. 1. — A, lits de graviers granitiques, nivelant les inégalités du granit. Sans fossiles; — B, calcaire dur, grossier, peu homogène, avec traces de fossiles bivalves et autres; — C, couche marneuse grise avec fossiles assez nombreux, gastéropodes et échinides; *Cassis saburon, Schizaster, Spatangus conicus, Conoclypeus plagiosomus;* — *g*, granit affleurant au nord des mamelons et dans les vallées qui les séparent.

Le bord nord-est du bassin ne m'a fourni aucun profil susceptible

1. *Bull. Soc. géol de France*, t. XXV, p. 670.

d'être relevé. Pour trouver des coupes intéressantes, il faut gagner les falaises de la côte orientale de l'île, entre l'étang de Balistra et le golfe de Santa-Manza. Dans cette région, on rencontre une des localités les plus remarquables du bassin par la netteté du profil qu'on y peut observer et par l'abondance des beaux fossiles qu'on y recueille, c'est la pointe dite *Capo-Bianco,* ou cap Blanc, située sur la rive nord du golfe, entre les deux étangs de Balistra et de Canetta. Le cap Blanc, bien reconnaissable de loin en raison de sa couleur qui tranche sur celle des roches granitiques rougeâtres des autres parties de la côte, n'est situé qu'à 7 kilomètres à vol d'oiseau de Bonifacio; mais les chemins qui y conduisent sont beaucoup plus longs, tortueux et mauvais. Ils ne vont d'ailleurs pas jusqu'au cap lui-même dont l'accès est difficile. Le mieux est de suivre le chemin de Brancuccio, puis, au point où ce chemin traverse le vallon de Canalli, de prendre le chemin de Balistra, qu'on abandonne ensuite sur la hauteur pour se diriger vers l'est à travers les maquis.

La falaise de Santa-Manza comprend une succession d'assises très diverses, d'une épaisseur totale de soixante mètres. Depuis bien longtemps cette localité a été étudiée et, dès 1834, Jean Reynaud faisait connaître la succession des couches dans deux localités de cette région, à la falaise de Canetta et à la cala de Stintino. Cette succession varie un peu dans les détails, suivant la localité. Je me suis attaché surtout à l'étudier à la pointe même du cap, où la coupe est très nette. Cette partie est d'ailleurs moins connue, car l'accès en est difficile et ce n'est que par un temps calme, en passant sur les blocs éboulés, qu'on y peut parvenir. La coupe que je vais reproduire est d'ailleurs très loin de faire double emploi avec celles données par Reynaud. Celles-ci ne mentionnent guère que les caractères pétrologiques et multiplient les petites assises partielles. La mienne insistera particulièrement sur les grandes divisions et leurs caractères paléontologiques.

La première assisse du terrain miocène, bien visible du côté de Canetta, est difficile à observer sur le versant de Balistra. C'est un calcaire très dur qui se trouve immergé, mais que j'ai pu néanmoins apercevoir dans l'eau sur quelques points. Au-dessus, à partir du niveau de la mer, on observe la succession suivante :

1° Lits de cailloux granitiques roulés, alternant avec des lits de graviers et de sable granitique plus ou moins fin. Dans son ensemble, cette assise a une couleur rougeâtre. Par le haut, elle passe graduellement à l'assise suivante.

Son épaisseur est de 15 mètres.

Dans cette première assise, qu'on peut comparer à une mollasse très grossière, la faune est pauvre. Au cap Blanc, il est difficile d'y trouver

quelques fossiles. Les espèces recueillies par nous, soit dans les calcaires inférieurs, soit dans les graviers, sont les suivantes :

Ostrea lamellosa, Brocchi.
— *frondosa*, Marcel de Serres.
— *plicata*, Chemnitz.
Ostrea fimbriata, Grateloup.
Spondylus crassicosta, Lamk.
Heliastræa Rochetti, Michelin.

2° Assise de marne d'un rouge d'ocre, tendre, un peu sableuse, avec des grains de granit et fossiles peu variés et peu nombreux ; une petite turritelle indéterminée y est cependant abondante. Les briozoaires dominent par places. L'épaisseur est de 2 mètres.

Turritella, sp.
Pecten opercularis, Linné.
Anomya ephippium, Linné.
Retepora echinulata, Blainville.
Eschara undulata, Reuss.

3° Assise de marne sableuse, jaunâtre d'abord, puis gris cendré, à sédiments très fins par places, avec rognons ferrugineux, bois carbonisé et fossiles assez nombreux. A la partie supérieure, on remarque un banc un peu plus solide rempli de foraminifères (operculines).

Épaisseur, 2 mètres.

Les fossiles sont avec le test :

Scalaria lamellosa, Brocchi.
Turritella turris, Basterot.
Pecten Kochii, Locard.
Balanus lævis, Bruguière.
Polytrema lyncurium, Lamk.
Membranipora reticulata, Gmelin.
Operculina complanata, Basterot.

4° Bancs de calcaire marno-sableux, jaunâtre, parfois dur et siliceux ; fossiles abondants et bien conservés. Les oursins et en particulier le *Clypeaster gibbosus* y sont très répandus. Les lamellibranches y sont à l'état de moules intérieurs, ainsi que la plupart des gastéropodes. Quelques-uns cependant sont fort bien conservés.

La puissance totale de ces bancs est d'environ 6 mètres.

Voici la liste des fossiles que nous possédons de cet horizon :

Nerita martiniana, Matheron.
Turritella strangulata, Grateloup.
Scalaria reticulata, Michelotti.
Sigaretus haliotoïdeus, Linné.
Cassis sulcosa, Lamk.
— *saburon*, Lamk.
Cancellaria cancellata, Defrance.
Strombus Bonelli, Brong.
Fasciolaria tarbelliana, Grateloup.
Ficula geometra, Borson.
— *condita*, Brong.
Conus maculosus, Grateloup.
Panopæa Menardi, Deshayes.
Tellina planata, Linné.
Cytherea erycina, Linné.
Venus umbonaria, Lamark.
Cardium danubianum, Mayer.
Lucina columbella, Lamark.
Pecten solarium, Lamark.
Anomya costata, Brocchi.
— *ephippium*, Linné.
Balanus lævis. Bruguière.
Acasta Fischeri, Locard.
Teredo norwegica, Spengler.
Myriapora truncata, Blainville.
Clypeaster gibbosus, M. de Serres.
— *scyllæ*, Desor.
— *crassicostatus*, Agas.
— *intermedius*, Desmoulins.
— *marginatus*, Lamk.
Brissopsis crescenticus, Wright.
Spatangus simplex, Cot.
Lovenia Peroni, Cot.
Pericosmus latus, Agas.
— *Peroni*, Cot.
Schizaster scyllæ, Agas.
Psammechinus Serresii, Desmoulins.

5° Assise de marne rosée, assez semblable au n° 2, mais plus dure et plus calcaire. Cette marne est également assez chargée de gravier granitique. Les fossiles y sont très abondants et parfois très beaux,

mais il est difficile de les conserver. L'épaisseur peut être évaluée à 2 mètres. On y trouve :

Turritella varicosa, Brocchi.
— *turris*, Bast.
— *cathedralis*, Brong.
— *asperula*, Brong.
Scalaria lamellosa, Brocchi.
Trochus patulus, Brocchi.
Pyrula cornuta, Agas.
Voluta ficulina, Lamk.
Conus maculosus, Grat.
Cerithium vulgatum, Brug.
Balanus tintinnabulum, Linné.
Cardium danubianum, Mayer.
Tellina planata, Linné.
Lucina columbella, Lamk.
Pecten Kochii, Loc.
— *burdigalensis*, Lamk.
— *benedictus*, Lamk.
Clypeaster latirostris, Agas.
Conoclypeus plagiosomus, Agas.
Schizaster Desori, Wright.
— *Peroni*, Cot.

6° Marnes très graveleuses, de couleur gris cendré, sans consistance, riches en échinides.

Épaisseur, 3 mètres.

Turritella, Sp.
Scalaria lamellosa, Broc.
Pecten Kochii, Loc.
Balanus lœvis, Brug.
Spatangus corsicus, Desor.
Schizaster scyllœ (très commun).
Pericosmus latus, Agas.

7° Banc de calcaire jaunâtre, assez compact et dur, d'un jaune plus clair que le n° 4.

Son épaisseur est de 6 mètres.

Je ne connais de cette assise que des oursins.

Spatangus Peroni, Cot.
Schizaster Peroni, Cot., (abondant).
Pericosmus latus, Agas.

8° Grands bancs de calcaire blanc à grain fin, parfois subcrayeux, se délitant quelquefois en plaquettes, alternant avec des bancs à sédiments plus grossiers, graveleux et passant par le haut à la mollasse. Ces bancs forment toute la partie supérieure de la falaise. Ils sont difficiles à explorer en place, mais on peut en connaître la faune spéciale, grâce aux nombreux blocs éboulés que l'on peut observer sur le rivage.

L'épaisseur totale de cet ensemble est de 25 mètres.

C'est dans les calcaires fins que les fossiles sont abondants et on les trouve surtout sur les faces exposées aux agents atmosphériques. Les gastéropodes et les acéphales s'y montrent avec leur test. Certains petits oursins, comme le *Psammechinus Peroni*, l'*Echinocardium Peroni*, etc., y sont communs. Les espèces que nous possédons de cet horizon sont :

Turritella triplicata, Brocchi.
— *cathedralis*, Brong.
— *vermicularis*, Brocchi.
Scalaria reticulata, Mich.
Pleurotoma concatenata, Grat.
— *asperulata*, Lamk.
Fusus obesus, Michelotti.
Voluta Peroni, Locard.
Cerithium vulgatum, Brug.
Cerithium pictum, Bast.
Spatangus simplex, Agas.
Echinocardium Peroni, Cot.
Schizaster Peroni, Cot.
Clypeaster laganoides, Agas.
— *marginatus*, Lamk.
Hipponoe Parkinsoni, Agas.
Psammechinus Peroni, Cot.

Nous représentons dans le croquis ci-après le profil de la falaise de Capo-Bianco et résumons la succession des assises qui la composent.

Ainsi que nous l'avons dit, la disposition et l'importance relative des zones de Capo-Bianco se modifient quand on descend vers le sud. De l'autre côté de l'étang de Canetta, la coupe présente déjà des différen-

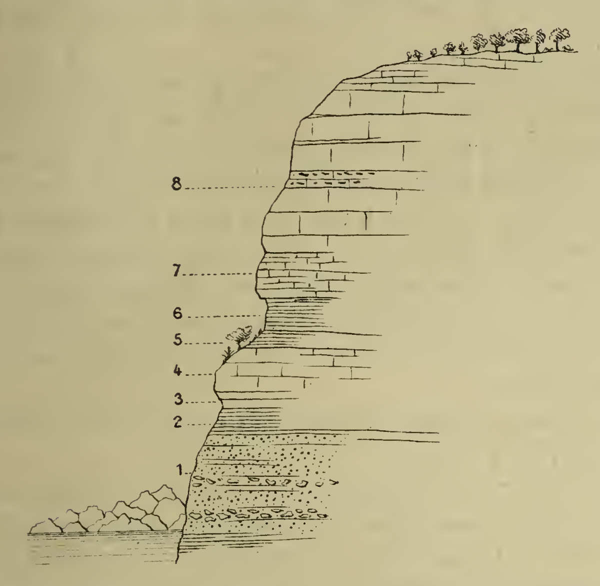


Fig. 2. — 1, Graviers et cailloux granitiques; — 2, marne rose avec briozoaires; — 3, marne cendrée à grains de granit et charbon fossile; — 4, calcaires marneux jaunâtres à clypéastres; — 5, deuxième assise de marne rose à *Pecten* et *Schizaster;* — 6, marnes grises à échinides; — 7, calcaires à *Schizaster Peroni;* — 8, calcaires blancs à gastéropodes et *Clypeaster laganoides.*

ces sensibles. Alors qu'à Capo-Bianco la base du terrain est dans la mer, ici les premiers dépôts ne commencent qu'à 4 mètres au-dessus du niveau de l'eau, et les roches granitiques occupent tout le bas de la falaise. Plus au sud encore, c'est à 10 mètres seulement au-dessus de la mer que commence le tertiaire, et enfin, un peu plus loin encore, toute la falaise est en roches de granit.

Sur ces divers points, les premiers dépôts sont assez semblables à ceux de Capo-Bianco; ce sont des assises de graviers et de cailloux avec huîtres, polypiers, etc., et, à la base, fréquemment, un calcaire très dur avec polypiers.

En remontant la baie de Stintino et la vallée profonde où coule le ruisseau de Canalli, on parcourt de bas en haut la série des couches miocènes inférieures. On reconnaît facilement ici les principales assises relevées à Capo-Bianco et on peut encore recueillir de bons fossiles, notamment des clypéastres dans les bancs de calcaire sableux jaunâtre. Jean Reynaud a donné la succession des couches dans cette nouvelle localité, mais je n'ai pu y constater les différences indiquées entre les deux séries. Elles m'ont paru, au contraire, sensiblement analogues.

Ainsi, en remontant jusqu'à l'extrémité de la vallée, j'ai retrouvé, au-dessus des graviers les calcaires jaunes et les marnes roses, puis les calcaires blancs de la falaise de Capo-Bianco. Ces derniers sont ici assez durs et forment sur le flanc de la vallée une petite grotte. On y trouve peu de fossiles.

La bordure du terrain tertiaire, entre le golfe de Santa-Manza et la côte méridionale de l'île, présente de nombreuses petites coupes des assises inférieures. Nous citerons notamment celles qu'on peut observer à l'intersection des chemins de Gallo et de Parisi, puis vers le chemin de San-Giuliano, etc. On y voit, à la base, des calcaires subcristallins avec polypiers, des graviers à éléments granitiques, des calcaires grossiers et une couche pétrie d'*Operculina complanata*. Au-dessus vient une assise puissante de marne rouge-brique très riche en *Pecten benedictus, Conoclypeus plagiosomus* et autres fossiles en médiocre état de conservation.

Toutes ces assises plongent régulièrement vers l'ouest avec une inclinaison de $0^{m},015$ par mètre.

En arrivant à la côte méridionale, on rencontre, le long de la falaise, une série de profils intéressants. Ces nouvelles coupes présentent, par rapport à celle de Capo-Bianco, des différences de détail importantes, mais il est néanmoins possible de retrouver dans l'ensemble la même succession de zones. Les assises de grèves et mollasses grossières de la base, les marnes rouges et les calcaires sableux jaunes sont beaucoup moins développés et moins riches en clypéastres. Par contre, on y trouve de nombreux et beaux *Pecten* et beaucoup d'autres fossiles que nous n'avons pas rencontrés à Santa-Manza.

Le point extrême où l'on peut observer les couches miocènes sur ce rivage est la pointe de Sprone, en face des îles Piana et Cavallo.

Ce petit cap est entièrement formé par une assise de 8 à 10 mètres d'épaisseur d'un calcaire grossier, mêlé de débris de coquilles, dur, subtravertineux et subcristallin par places. Ce calcaire est très riche en polypiers, mais il est difficile de les extraire. Les espèces dominantes sont :

Heliastræa Rochettei, Mich.
— *Defrancei*, Edw. et H.
Solenastræa Peroni, Locard.

On y trouve aussi des fragments de clypéastres.

Un peu à l'ouest de Sprone, ces calcaires inférieurs sont recouverts par une assise de sable gris, blanc ou jaunâtre, plus ou moins fin et souvent un peu argileux. Cette assise a près de 10 mètres d'épaisseur. Je n'y ai pas rencontré de fossiles.

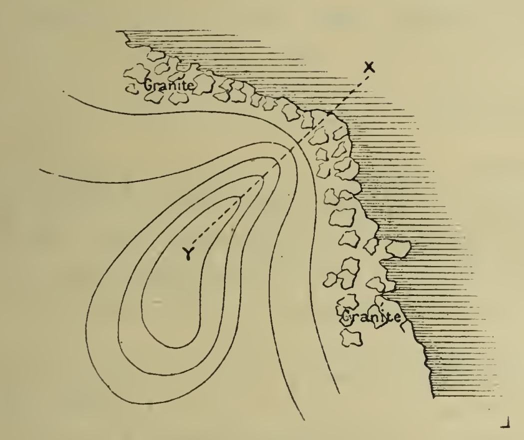
Au-dessus de ces sables règne une série de couches d'un calcaire peu compact, non homogène, assez dur par places, d'une épaisseur

de 6 mètres. On y trouve quelques *Clypeaster crassicostatus* et plus rarement le *Clypeaster intermedius*. A la base de ce groupe calcaire, on remarque une petite couche pétrie d'*Operculina complanata,* comme à Santa-Manza.

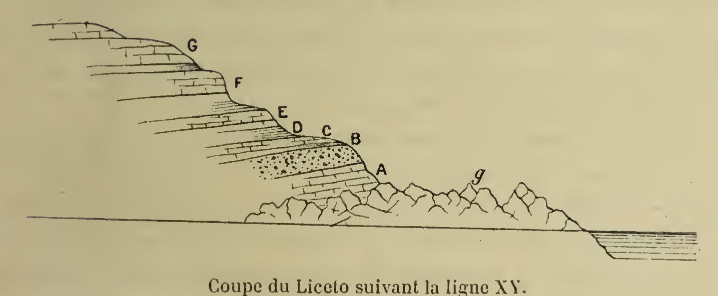
Sur la plage, il est facile d'observer que toutes ces assises sont nettement inclinées vers l'ouest et qu'elles plongent régulièrement de 0,015 par mètre.

A partir de ce lieu, toutes les falaises un peu élevées et toutes les collines de cette partie du littoral nous présentent le terrain tertiaire.

A un kilomètre à l'ouest du cap de Sprone, un mamelon existe où nous avons recueilli quelques fossiles spéciaux. Nous avons désigné ce mamelon sous le nom de Liceto, du nom de la région où il se trouve. Nous en donnons ci-dessous le plan et le profil :



Plan de la colline du Liceto.



Coupe du Liceto suivant la ligne XY.

Fig. 3.

g. — Granit occupant le bord de la mer.

A. — Masse de calcaire grossier et de graviers granitiques, d'une épaisseur totale de 15 mètres. Le calcaire nivelle les inégalités du granit.

B. — Couche marneuse rougeâtre, partiellement cachée sous les éboulis.

C. — Couche de marne calcaire grise et jaunâtre, tendre, très chargée de grains de granit, riche en échinides, d'une épaisseur de $1^m,50$.

Nous y avons recueilli :

Cassis saburon, Lamk.
Pecten bonifaciensis, Loc.
— *benedictus*, Lamk.
Spatangus corsicus, Desor.
Conoclypeus plagiosomus, Agas.
Schizaster scyllæ, Agas.
Pygorinchus Collombi, Desor, (rare).
Linthia Locardi, Cot., (rare).
Pericosmus latus, Agas.
Macropneustes Peroni, Cot., (rare).
Brissus corsicus, Cot., (rare).

D. — Couche calcaire jaune, tendre, avec moules de gastéropodes; 2 mètres.

E. — Couche marno-calcaire, de teinte grise, avec des *Schizaster* en mauvais état ; 3 mètres.

F. — Calcaire jaunâtre, assez tendre, avec échinides; épaisseur, 2 mètres.

Brissopsis crescenticus, Wright.
Spatangus, Sp.
Schizaster Peroni, Cot.

G. — Calcaire dur, esquilleux, se délitant en plaques et morceaux irréguliers, en bancs quelquefois épais, sans fossiles visibles, d'une épaisseur totale de 8 mètres. Cette assise couronne la colline de Liceto et forme un très petit plateau élevé d'une quarantaine de mètres au-dessus de la mer et duquel on domine toute la côte jusqu'à la pointe de Sprone.

Un autre point fort intéressant que l'on rencontre en continuant à suivre le rivage dans la direction de l'ouest est la petite baie dite Calafiumara. Dans cette baie, sur le bord de la mer, on trouve une source dont les eaux ont été captées pour l'alimentation des barques de pêcheurs et de corailleurs et aussi des gardiens du phare. Cette source est désignée sous le nom de Fontaine de Cadelabra, et c'est souvent sous ce même nom qu'est désignée la localité elle-même.

En arrivant à la falaise de Calafiumara, les premières assises tertiaires prennent une épaisseur assez considérable et les fossiles y sont communs. Dans la saillie de la côte, un peu au-dessus de la mer, d'énormes blocs de granit sont enchâssés dans les calcaires miocènes. En se rapprochant de la fontaine, on voit ces calcaires plonger assez rapidement vers l'ouest. Dans la partie concave de la falaise, ils ont disparu sous l'eau.

Au-dessus des calcaires que nous indiquons par la lettre A dans les croquis ci-après, se trouve une assise puissante B, de mollasse grossière, de grèves granitiques agglomérées sans cohésion par un ciment calcaire blanc. Dans ces graviers on trouve quelques huîtres, un très

grand nombre de *Clypeaster crassicostatus* et quelques restes d'autres oursins, notamment du *Pericosmus latus*.

Les graviers passent par le haut à un banc C de calcaire très graveleux, dur par places et parfois assez tendre, rougeâtre et jaune. Les fossiles y sont abondants et en particulier le *Pecten bonifaciensis*.

On y trouve :

Pecten dubius, Brocchi.
— *burdigalensis*, Lamk.
— *bonifaciensis*, Loc.
— *Kochii*, Loc.
Conoclypeus plagiosomus, Agas.
Spatangus corsicus, Desor.
Schizaster scyllæ, Agas.
— *Peroni*, Cot.
Cidaris Peroni, Cot.

On trouve là, en outre, un assez grand nombre de moules de gastéropodes, *Cassis, Turritella,* etc.

Au-dessus de ce niveau intéressant vient une assise, D, de calcaire argilo-sableux fin, très micacé, gris de fer, contenant encore des débris granitiques, mais plus fins et plus clairsemés. Par places, ce calcaire se réduit en une poudre fine sous la simple pression des doigts.

Dans la partie rentrante de la falaise, cette assise est très excavée et forme un abri sous roche que surplombent les bancs de calcaire dur qui la surmontent.

Dans cette marne on rencontre peu d'échinides et ils n'y sont qu'à l'état de moules très friables, comme la plupart des autres fossiles. Le bois carbonisé y abonde. M. Locard a reconnu dans la faune de cette couche les espèces suivantes :

Scalaria lamellosa, Broc.
Turbo, Sp.
Xenophora Peroni, Locard.
Venus Haidingeri, Hœrnes.
— *multilamella*, Lamk.
Cardita, Sp.
Pectunculus pilosus, Linné.
Pecten cristatus, Brong., (abondant).
Balanus perforatus, Brug.

L'assise suivante, bien visible sur cette partie de la falaise, se compose de gros bancs E de calcaire gris, dur, tenace, micacé, avec rares grains de granit. Ces calcaires surplombent l'assise précédente et sont recouverts par des stalactites. Il se détache d'en haut des blocs qui permettent d'en reconnaître la composition et la faune. D'ailleurs, ces mêmes bancs, presque horizontaux dans la concavité de la baie, sont brisés par une faille à l'extrémité de la baie et à partir de ce point ils s'infléchissent rapidement et vont disparaître sous la mer [1].

Les fossiles sont peu abondants dans ces calcaires gris et difficiles à obtenir en bon état. Nous y avons recueilli :

Spatangus corsicus, Desor.
Pericosmus latus, Agas.
Echinolampas Hayesianus, Desor.

La barre saillante formée par les calcaires gris est surmontée par une suite de bancs de calcaire graveleux, molassique, blanchâtre, qui sont

1. Il est à remarquer que c'est à cette faille qu'est due l'existence de la source de Cadelabra dont nous avons parlé plus haut.

très inclinés par rapport à la direction de l'assise sous-jacente et semblent représenter une stratification d'un ordre tout différent et en discordance avec celle des couches précédentes. Ces bancs sont hauts, puissants et leur disposition persiste assez loin. Leur mode de formation ne peut s'expliquer que par l'influence d'un courant rapide qui a disposé les sédiments en lits successifs inclinés dans le sens de sa marche. C'est un fait semblable à ceux signalés par de nombreux géologues et en particulier par A. d'Orbigny dans plusieurs localités, notamment dans l'étage parisien d'Auvers [1].

Pour voir les assises supérieures à ces bancs inclinés, il faut les chercher à l'ouest de la baie, dans la partie où tout l'ensemble que nous venons d'examiner s'abaisse vers la mer. Dans cette partie, de nombreuses assises viennent encore se superposer à cet ensemble. Tout d'abord ce sont de nouveaux bancs de calcaire mollassique, grossier, jaunâtre, dont la stratification reprend une allure normale quoique un peu confuse. On y rencontre déjà le *Cidaris avenionensis* que nous trouverons abondamment plus haut.

Puis, au-dessus, s'étage une puissante succession de mollasse graveleuse, blanche, alternant avec des bancs de calcaire blanchâtre, en général peu épais. C'est cette série qui forme la haute falaise que domine le grand phare du Capo-Pertusato [2]. Avant de passer à l'étude de cette partie nous résumons dans les croquis ci-après la disposition de la falaise dans la baie de Calafiumara.

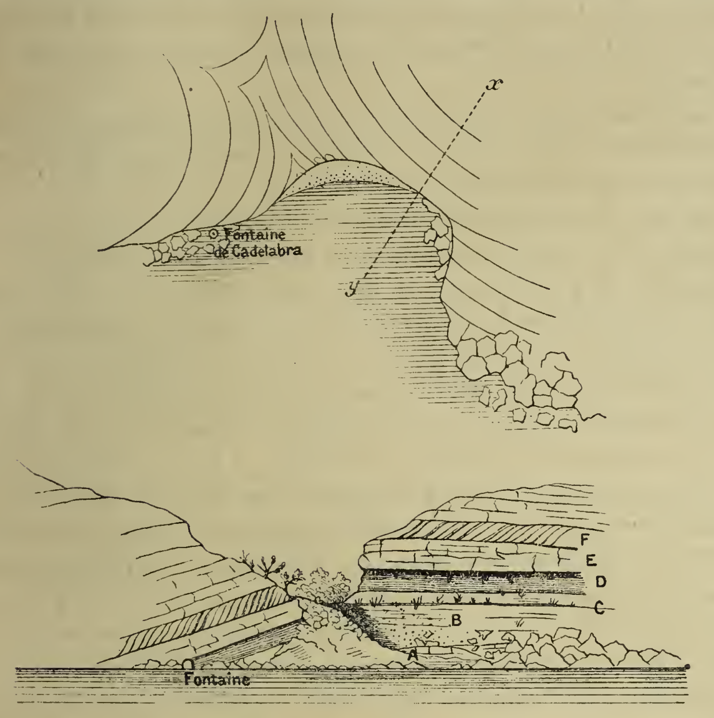
A partir de la fontaine de Cadelabra, la hauteur de la falaise augmente rapidement jusqu'au cap Percé (Capo-Pertusato), à proximité duquel s'élève le grand phare du détroit de Bonifacio, à une altitude de 100 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Toute cette falaise appartient maintenant à la division supérieure du terrain miocène. Les caractères pétrologiques et paléontologiques de cette partie changent complètement. Sur cette hauteur de 100 mètres elle ne se compose plus que d'assises alternantes de mollasse plus ou moins grossière et de calcaire plus ou moins fin.

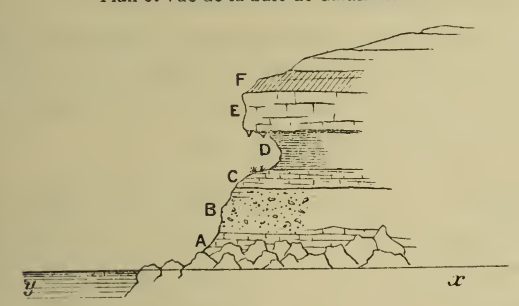
La 1re couche que l'on observe au niveau de la mer est dure et résistante. Elle est jaunâtre et très chargée de débris granitiques rouges agglutinés par un ciment très dur. On y trouve des radioles de *Cidaris avenionensis*, des *Conoclypeus* et des *Echinolampas* mal conservés dont le test est d'une couleur jaune-rouge. On distingue en outre de nombreux débris de *Pecten*, de polypiers, etc., et de très nombreux petits rognons blanchâtres, subpisolithiques.

1. *Cours de paléontologie et de géologie stratigraphiques*, p. 718.
2. Le Capo-Pertusato est une pointe rocheuse dans laquelle la vague a creusé un passage voûté très curieux.

Au-dessus de cette couche viennent des assises de mollasse blanchâtre, plus fine, parfois sableuse, puis des calcaires blancs, très peu fossilifères. Ces premières assises sont irrégulières, mal stratifiées et parfois



Plan et vue de la baie de Calafiumara.



Coupe de la falaise suivant XY.

Fig. 4. — A, calcaires subcristallins à polypiers; — B, mollasse très grossière à *Clypeaster crassicostatus* ; — C, calcaire marneux à *Pecten bonifaciensis*, etc.; — D, marnes à *Pecten cristatus* et *Xenophora Peroni* ; — E, calcaires gris à *Echinolampas Hayesianus* ; — F, calcaires-mollasses en lits inclinés sur le plan de stratification.

lenticulaires. Elles reposent sur cette petite zone en lits inclinés dont nous avons parlé plus haut.

A une altitude de 50 mètres environ au-dessus de l'eau, on observe une assise assez épaisse de mollasse grossière, très riche en dents

rondes et plates de *Spherodus,* en dents de *Lamna,* de *Carcharodon,* etc. On y voit encore quelques *Echinolampas,* des fragments de tige de *Pentacrinus,* des radioles nombreux et des plaquettes isolées de *Cidaris avenionensis.* Dans sa partie inférieure, cette assise est assez friable. La partie supérieure est plus dure et surplombe souvent les couches sous-jacentes.

Au-dessus de cette zone remarquable, on observe trois autres assises bien distinctes, alternées de calcaire et de mollasse granitique. Dans ces dernières les fossiles deviennent beaucoup plus rares.

La mollasse à dents de poisson offre un point de repère fort utile au milieu de cette masse de sédiments assez uniformes. Depuis le Capo-Pertusato, on peut la suivre, le long de la falaise sur laquelle est construit le sémaphore, jusqu'au-dessous de Bonifacio, et, après plusieurs petites failles, on la voit s'abaisser et arriver au niveau de la mer près de la grotte Saint-Barthélemy pour disparaître sous les eaux au delà de ce point. Dans ce parcours, cette mollasse devient très dure. Depuis le rocher désigné sous le nom de « l'Orteille », elle est nettement séparée des assises superposées par une scissure assez profonde de laquelle l'eau suinte constamment en déposant des stalactites le long de la couche.

A l'escalier du Roi-d'Aragon, qui de la ville de Bonifacio permet de descendre le long de la falaise jusqu'au bord de la mer, on peut facilement étudier la succession des assises au-dessous de la ville. Déjà dans notre note précitée nous avons donné à ce sujet des renseignements assez détaillés et il ne semble pas nécessaire d'y revenir en ce moment. Nous indiquerons seulement la faune toute spéciale de la grande zone de mollasse, faune peu riche d'ailleurs en espèces, où les individus parfois en débris innombrables sont en général mal conservés, à l'exception des dents de poisson très nombreuses et variées. Les espèces qui ont pu être déterminées sont :

Hemipristis serra, Agas.
Oxyrhina Desori, Agas.
Lamna elegans, Agas.
— *cuspidata,* Agas.
— *contortidans,* Agas.
Carcharodon megalodon, Agas.
Sphœrodus, Sp.
Phyllodus corsicanus, Locard.
Vertèbres de poissons.
Balanus amphitrite, Darw.
Lima squamosa, Lamk.
Ostrea Doublieri, Math.
Echinolampas scutiformis, Leske.
— *hemisphœricus,* Lamk.
Conoclypeus plagiosomus, Agas.
Pericosmus Peroni, Cot.
Cidaris avenionensis, Desmoulins.
Psammechinus Serresii, Desmoulins.
Pentacrinus Gastaldi, Mich.

La composition des assises miocènes, telle que nous venons de l'observer à la falaise du Roi-d'Aragon, se continue sans changement jusqu'à la pointe extrême de la presqu'île sur laquelle sont bâties la ville et la citadelle de Bonifacio. Les couches tertiaires les plus récentes qu'on puisse observer dans cette partie de la Corse sont celles qui couronnent la falaise de la presqu'île. Ce sont, vers la ville, des calcaires en plaquettes, assez durs. Les mollasses qui sont immédiate-

ment au-dessous se désagrègent constamment de telle sorte qu'un grand nombre de maisons sont actuellement en surplomb à une hauteur de 70 mètres au-dessus de la mer.

Nous avons dit plus haut qu'une scissure parfois profonde existait souvent au-dessus du banc de mollasse à dents de poisson. Cette scissure, qui correspond à une des lignes de stratification, est fréquemment remplie par une roche poudinguiforme composée de fragments de calcaire arrondis et agglomérés par un ciment travertineux très dur. Vers l'extrémité de la presqu'île cette roche élevée à un mètre environ au-dessus de l'eau renferme, englobées avec les cailloux, de nombreuses coquilles dont les espèces vivent encore dans les eaux voisines comme *Trochus Olivieri, Fasciolaria tarentina, Patella punctata, Spondylus gœderopus,* etc. J'ai trouvé ces mêmes poudingues, à l'extrémité du port de Bonifacio, à 2 mètres d'altitude, dans un joint semblable des couches mollassiques et aussi de l'autre côté du port, sur la rive septentrionale, également avec coquilles actuelles, au milieu des blocs éboulés de la falaise.

Ce fait est à ajouter à tous ceux que M. Hollande a relatés déjà [1] et desquels il a conclu que le littoral de la Corse se soulevait lentement depuis la dernière époque géologique . Je ne veux nullement révoquer ici en doute les conclusions de notre confrère, qui sont déduites d'une étude approfondie des dépôts récents de la Corse, mais je dois faire observer que l'existence du poudingue que je viens de signaler pas plus que celle du cordon littoral observé pour la première fois par M. Collomb [2] au golfe de Santa-Manza n'impliquent la nécessité d'un soulèvement du rivage. Les projections de cailloux par la vague et la formation d'encroûtements stalactitiques suffisent pour expliquer l'existence de ces poudingues.

MOUVEMENTS ET ACCIDENTS GÉOLOGIQUES.

Élie de Beaumont avait fait du système de la Corse son 10e soulèvement. En réalité, ce mouvement du sol correspond non pas au soulèvement de l'île, mais à un affaissement qui a eu pour résultat de réduire l'ancien périmètre de l'île et d'immerger une partie de son ancienne bordure. C'est ainsi qu'à l'époque miocène, ou plus particulièrement à l'époque helvétienne, certaines parties de l'île, jusque-là constamment émergées, ont pu recevoir le dépôt de sédiments tertiaires, tandis que toute la partie centrale restait hors des eaux, et telle que nous la voyons encore. La bordure de dépôts tertiaires, qui s'est ainsi formée, n'existe plus entièrement. Mais il en reste d'importants témoins autour de l'île,

1. *Bull. Soc. géol. de France*, t. I, 3e série, p. 81.
2. *Bull. Soc. géol. de France*, t. XI, 2e série, p. 63.

comme au fond du golfe de Saint-Florent, dans celui d'Ajaccio, puis sur la côte orientale auprès d'Aleria, de Casabianda, etc., et enfin au sud de l'île où se trouve le gisement le plus considérable.

Il est difficile d'évaluer même approximativement l'importance du mouvement d'affaissement dont nous parlons, car nous ignorons quelle pouvait être l'altitude générale de la Corse à ce moment, mais il semble possible de calculer assez exactement l'amplitude du rehaussement qui s'est produit après le dépôt des assises miocènes. J'ai signalé en effet sur le versant sud des montagnes de la Trinité une ligne de rochers granitiques énormes qui ont exactement l'apparence de ceux actuellement battus et façonnés par la vague sur les rivages voisins. Cette même ligne de rochers se retrouve entre Rocapina et Sartène et on pourrait sans doute l'observer en bien d'autres localités. Si l'on tient compte de l'altitude et de l'inclinaison des strates miocènes encore existantes dans le voisinage, on doit reconnaître dans ces lignes de rochers le jalonnement du rivage de la mer miocène. Or, cet ancien rivage est actuellement élevé de 180 mètres environ au-dessus du niveau actuel de la Méditerranée. C'est donc là l'amplitude du soulèvement final dans le sud de l'île [1].

Ainsi donc, à la fin de la période miocène, un mouvement d'ascension a surélevé tout le massif de la Corse. Tous les sédiments déposés pendant cette courte période d'immersion au sud de l'île, jusqu'à la profondeur de 180 mètres, se sont trouvés complètement exondés et n'ont plus été recouverts par la mer.

C'est ainsi que le terrain tertiaire moyen ou plus particulièrement l'étage falunien se trouve exister en Corse isolé au-dessus des roches granitiques.

Sous ce rapport, une analogie complète existe entre la Corse et certaines parties du littoral algérien où l'on voit également le terrain tertiaire moyen reposer directement et isolément sur les schistes cristallophylliens [2]. On est forcément amené à rapprocher des faits aussi semblables et à les attribuer à un même mouvement géologique qui paraît être celui qui a amené la surélévation des Alpes principales.

Les assises miocènes du sud de la Corse n'ont pas été seulement soulevées et émergées dans leur ensemble, elles ont été aussi relevées inégalement autour du bassin par des poussées locales d'une intensité variable et il en est résulté des dislocations partielles assez nombreuses.

Aussi le plateau calcaire de Bonifacio est-il sillonné de failles qui sont faciles à observer, surtout dans les belles falaises du détroit.

1. Dans le nord de l'île, près du cap Corse, le soulèvement semble avoir été plus considérable, car on a signalé entre Saint-Florent et la tour de Farinole des dépôts miocènes qui ont été portés jusqu'à 300 mètres au-dessus de la mer actuelle.

2. Voir à ce sujet notre *Description géologique des montagnes de la grande Kabylie*. (*Bull. Soc. géol. de France*, t. XXIV, p 641.)

On peut ainsi les suivre avec intérêt et il devient facile alors de remarquer que, dans cette région, tous les accidents orographiques et hydrographiques sont liés à un accident géologique et en sont la conséquence directe. Nulle part peut-être mieux que dans cette presqu'île on ne peut constater l'intimité des relations entre la topographie d'un pays et sa stratigraphie. La plupart des vallées, les îles, les baies, les grottes, le port de Bonifacio lui-même, doivent leur origine à des brisures des couches.

Si, par exemple, on se promène en barque le long des falaises, on peut observer de fréquentes flexions et des cassures du massif calcaire et à chacune d'elles correspond une échancrure de la côte, une île, une grotte, etc. Telle est, par exemple, l'origine des baies de Larinella et de Cayenna qui s'ouvrent dans le port de Bonifacio. La première correspond à un pli synclinal des strates et occupe le centre de ce pli que l'érosion a ensuite agrandi. La deuxième est au contraire ouverte suivant un axe anticlinal, ainsi que nous le figurons ci-dessous.

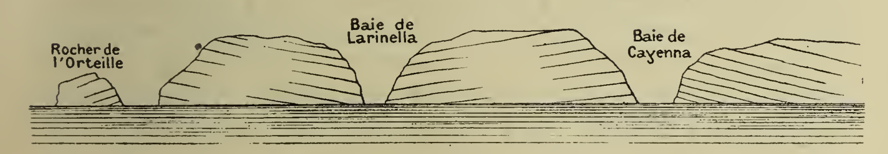


Fig. 5.

L'origine de la longue baie de Stintino, dans le golfe de Santa-Manza, est tout à fait analogue et la brisure des couches est bien mise en évidence par la surélévation d'un des côtés de cette baie. Il en est encore de même pour ces dépressions qu'occupent les étangs de Canetta, de la Piantarella, etc. [1] Certaines sources, comme celles de Cadelabra, de Saint-Barthélemy, etc., doivent leur origine à la présence de failles; ailleurs ce sont des îles comme les Fazzio, le Biscaïen, etc., dont la séparation de la terre ferme a été déterminée ou facilitée par des dislocations.

Sans vouloir entrer dans le détail de tous ces accidents, nous devons insister quelque peu sur deux d'entre eux qui donnent lieu à de grandes discussions et à des explications où la légende joue le principal rôle, ce sont le trou Saint-Barthélemy et la grotte du Sdragonato.

En ce qui concerne le trou Saint-Barthélemy, j'en ai déjà discuté devant la Société géologique l'origine et la situation [2]. Il suffira donc

1. Jean Reynaud, dans l'ouvrage que nous avons déjà fréquemment cité, fait remarquer que les fentes qui crevassent la surface du plateau de Bonifacio sont échelonnées parallèlement et demeurent sensiblement dirigées de l'est à l'ouest, Canetta, Stintina, le port de Bonifacio, le Sprono, la falaise de Fiumara.

2. *Bull. Soc. géol. de France*, t. XXV, p. 674. 1875.

d'en donner ici une courte description. C'est une petite grotte, longue et étroite, qui traverse vraisemblablement la presqu'île de Bonifacio. On y accède par une ouverture percée au bas de la falaise du côté du large. La particularité intéressante de cette grotte c'est qu'elle renferme une nappe d'eau douce qui s'étend, au niveau même de la mer, dans toute la partie nord de l'excavation. Comme cette nappe se trouve au-dessous de la citadelle de Bonifacio, laquelle n'était alimentée d'eau que par des citernes, le service du génie militaire a eu l'idée d'aller chercher celle de la grotte en forant un magnifique puits de 63 mètres de profondeur avec escalier en hélice à travers la masse de la presqu'île.

L'importance du petit lac de Saint-Barthélemy est singulièrement exagérée dans les récits des habitants du pays et son origine est très discutée. En réalité, ce phénomène admet une explication fort simple. La grotte est placée dans le bas de la première des failles qui découpent la presqu'île. Grâce à cette faille et à l'écrasement de la roche, la vague a eu toute facilité pour se frayer un passage et produire un long affouillement dans la falaise. Le puits du génie militaire a été creusé dans le plan même de cette faille et cette particularité a singulièrement facilité le forage, car souvent, au lieu de rencontrer une roche massive et résistante, on ne rencontrait que des matières meubles et détritiques dont l'enlèvement était facile. On a eu aussi pour cette même raison à déplorer des accidents dus à des éboulements qui ne se seraient pas produits si le puits avait été constamment foré en pleine roche.

La nappe d'eau douce doit son origine aux mêmes circonstances. Les assises de la falaise de Bonifacio étant inclinées vers l'ouest viennent toutes successivement affleurer sur les plateaux à l'est de la ville. Elles y recueillent les eaux pluviales et ces eaux, emprisonnées entre des couches imperméables, suivent la pente des assises. Une partie s'échappe par la falaise comme on peut le voir par les suintements nombreux où viennent se désaltérer les pigeons de roche et par les stalactites qui recouvrent certaines couches, mais le reste descend dans la presqu'île jusqu'à la faille Saint-Barthélemy. Là, trouvant un chemin facile, les eaux descendent le long des parois en déposant des croûtes stalactitiques et viennent enfin alimenter le petit lac du fond de la grotte.

Il est vraisemblable, du reste, qu'une certaine communication existe par la faille même entre la mer et ce petit bassin d'eau douce.

Cette eau, en effet, est toujours un peu saumâtre ; la salure augmente dans les temps de sécheresse et elle a beaucoup augmenté dans une expérience d'épuisement que le service du génie a essayée. Nous donnons ci-contre une vue de la falaise montrant la disposition du trou Saint-Barthélemy.

Une autre curiosité des environs de Bonifacio est la grande grotte du Sdragonato qui s'ouvre sur la falaise entre le port et la baie de Paraguano, à 500 mètres environ de la pointe de la Madonetta.

Cette belle grotte, où l'on ne peut entrer qu'en barque, s'ouvre sur la mer par une haute voûte ornée de stalactites, dans laquelle se trouvent quelques petites grottes secondaires. Cette voûte s'abaisse ensuite de manière à ne plus laisser qu'un couloir bas et étroit, à peine suffisant pour le passage d'une barque; puis au delà on arrive dans une vaste salle dont le dôme, percé à jour jusqu'au sommet de la falaise, donne accès à la lumière.

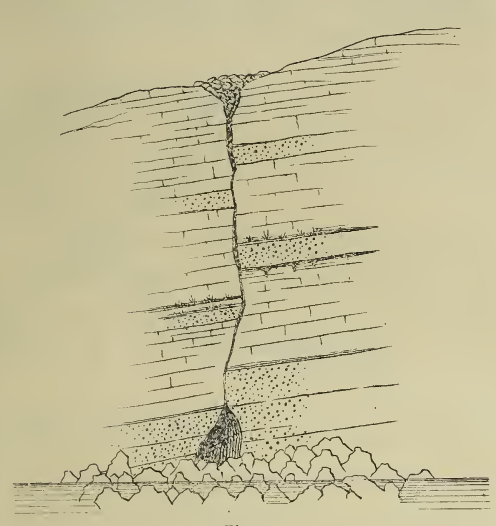


Fig. 6.
Vue de la falaise de Bonifacio à la grotte Saint-Barthélemy.

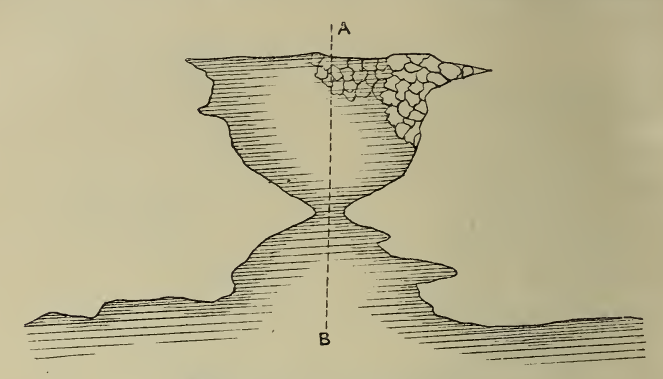
Ici, comme au trou Saint-Barthélemy, la présence d'une faille intervient pour expliquer l'existence et la forme de la grotte. Seulement ici cette faille n'est plus perpendiculaire mais parallèle au rivage et son action n'a pas été identique. La vague a dû d'abord agir avec ses seules forces sur la falaise de mollasse friable pour y déterminer une excavation. Cette excavation, comme tant d'autres sur le rivage, se serait terminée en fond de sac si, à une certaine profondeur, la vague n'était pas entrée dans le champ d'action d'une faille qui a disloqué les couches et dans le joint de laquelle étaient amassés des débris faciles à désagréger. C'est à partir de ce point que s'est produite la vaste salle que l'on admire, au haut de laquelle, dans l'axe même de la faille, les éboulements ont ouvert une cheminée d'aération.

L'existence de la faille est bien facile à reconnaître. La muraille presque droite qui forme le fond de la grotte est le plan même de fracture et dans ce plan on voit, sur le prolongement de la faille, une amorce de galerie qui en précise encore la direction.

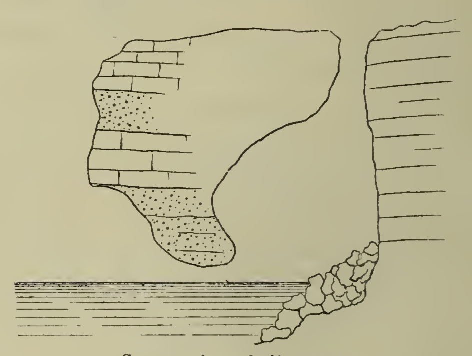
Les croquis ci-après montrent cette disposition.

En examinant l'ensemble de la falaise et les accidents de la côte, il est facile de tracer le parcours de la faille. Elle aboutit au nord à la baie des îles Fazzio et c'est elle qui a déterminé et facilité la séparation de ces îles de la terre ferme. Elle court ensuite parallèlement au rivage, non loin de la falaise, et vient tomber dans le port de Bonifacio

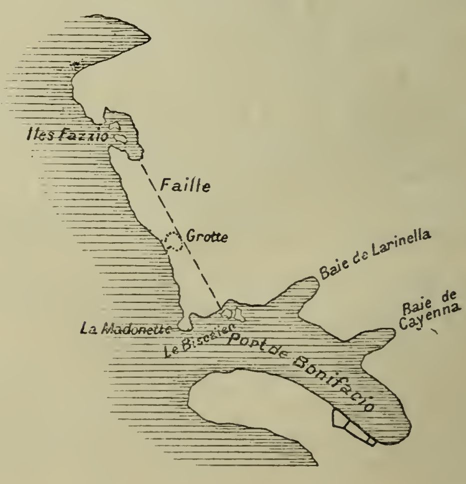
près de l'îlot du Biscaïen, dont elle a sans doute aussi facilité la dislocation. Peut-être enfin se prolonge-t-elle au sud du port et correspond-elle à l'une de ces failles qui découpent la presqu'île de Bonifacio.



Plan de la grotte de Saragonato.



Coupe suivant la ligne A B.



Plan de la côte.

Fig. 7.

Les grands mouvements du sol et les divers accidents géologiques dont nous avons parlé dans le présent chapitre, se sont produits soit au début, soit après la fin de la période miocène. Il en est un cependant qui s'est produit pendant la durée même de cette période et sur lequel il convient d'appeler l'attention.

Ce mouvement, dont nous n'avons pu définir la nature, a dû avoir une certaine importance, car il a amené une modification profonde dans la nature des sédiments déposés auprès des côtes et dans les caractères de la faune qui peuplait les eaux.

On peut voir la preuve de ce mouvement dans la réapparition de mollasses grossières à éléments granitiques après les sédiments fins de la 1re période, dans l'existence de ces couches en lits inclinés sous l'action des courants et de ces bancs à stratification confuse que l'on observe à Calafiumara.

La première partie de l'étage, c'est-à-dire les calcaires subcristallins, les graviers, les marnes rouges et jaunes et les calcaires fins de Calafiumara et de Capo-Bianco, correspondent à une période de calme pendant laquelle, dans une mer voisine des côtes, mais cependant profonde et abritée, pullulaient en nombre considérable les grands oursins tels que *Spatangus, Pericosmus, Schizaster, Conoclypeus* et *Clypeaster,* accompagnés de nombreux mollusques et foraminifères.

Au contraire, la seconde partie semble correspondre à une période de mer agitée, recevant des sédiments charriés, de laquelle toute la faune préexistante a disparu et dont les eaux étaient peuplées de nombreux et énormes poissons, tandis que sur les fonds vivaient des Échinolampas et surtout des Cidaridées et des Crinoïdes.

Ces deux époques appartiennent cependant l'une et l'autre à la grande formation miocène dont il existe tant de témoins non seulement autour de la Corse, mais sur des points très multipliés du bassin méditerranéen. Sous ce rapport, il ne reste aucun doute, car les études paléontologiques si précises de MM. Locard et Cotteau ont démontré que les deux faunes devaient être rapportées, non seulement à ce même étage miocène, mais en particulier à l'étage miocène supérieur, c'est-à-dire à l'étage falunien de d'Orbigny et à l'étage helvétien de quelques auteurs.

On ne saurait donc chercher utilement à Bonifacio les restes d'un autre étage tertiaire. Mais si l'on ne doit voir dans les deux zones que j'indique qu'une subdivision locale et accidentelle, il n'en reste pas moins intéressant de voir aussi nettement distinctes et séparées dans la période miocène ces deux grandes époques représentées, la première par la zone à clypéastres qui atteint au moins 50 mètres, et la deuxième par la mollasse à dents de poisson, dont l'épaisseur totale est de plus de 90 mètres.

M. V. GAUTHIER

Professeur au Lycée de Vanves.

RECHERCHES SUR L'APPAREIL APICAL DANS QUELQUES ESPÈCES D'ÉCHINIDES APPARTENANT AU GENRE « HEMIASTER »

— *Séance du 14 août 1886.* —

Quand M. Desor a créé le genre *Hemiaster* (1847), il avait particulièrement en vue, comme il le dit lui-même, quelques espèces de petite taille, de forme ramassée, avec le sommet apical excentrique en arrière, des ambulacres postérieurs très courts ; et il citait notamment comme types *H. bufo, H. minimus.* Mais en même temps, il avait connaissance des espèces à sommet subcentral, à ambulacres postérieurs plus longs, et il cite déjà à cette époque l'*H. Fourneli* et l'*H. cubicus.* Dix ans plus tard, dans le *Synopsis,* il ne change point d'opinion à cet égard ; il considère les espèces à grands ambulacres postérieurs comme inséparables génériquement de son premier type, parce que cet allongement des pétales ambulacraires se produit par gradations insensibles, et qu'il n'est pas possible de tracer une ligne de démarcation bien fixe. Il se contente de diviser le genre en deux groupes : les inéquipétales et les équipétales.

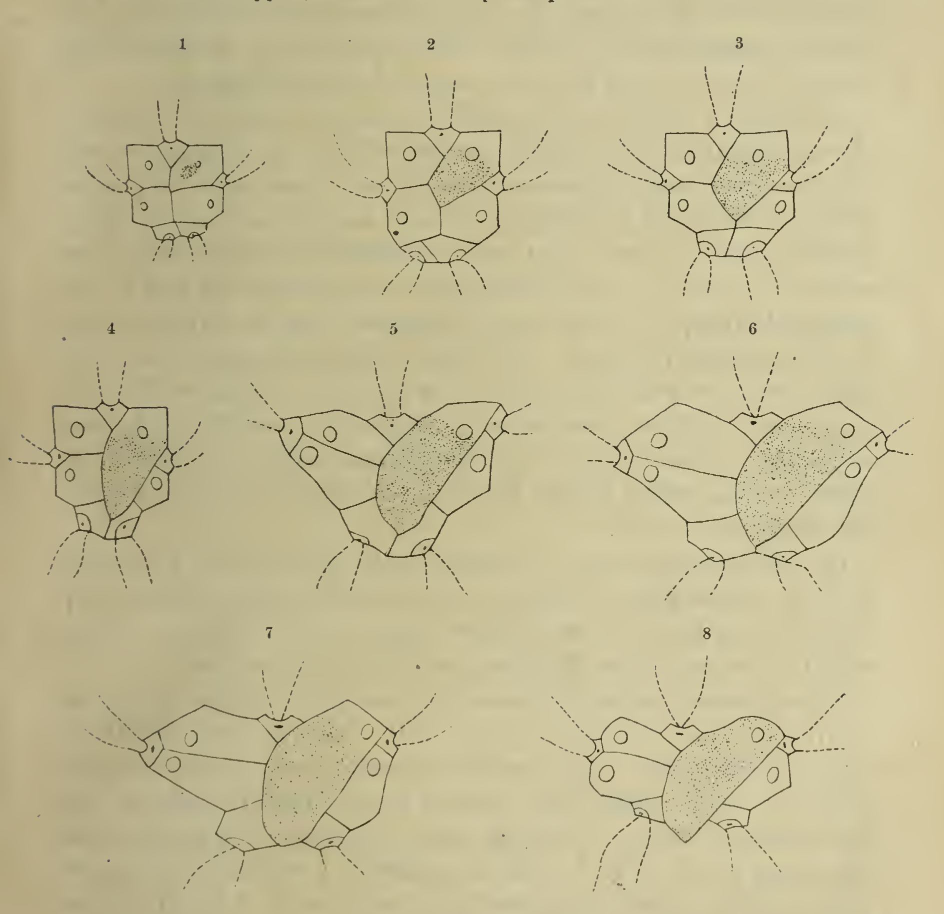
Tous les auteurs qui se sont occupés des Échinides après M. Desor ont suivi la même méthode ; et nous-mêmes, c'est-à-dire mes collaborateurs, MM. Cotteau, Peron, et moi, quand nous avons décrit les *Hemiaster* de l'Algérie [1], qui est bien certainement le pays du monde où on en rencontre le plus, nous n'avons pas cherché à diviser le genre, et nous avons compris sous la dénomination unique d'*Hemiaster,* aussi bien les espèces à ambulacres postérieurs allongés que celles à ambulacres raccourcis.

Depuis, en 1883, M. Pomel, dans sa *Classification méthodique des Échinides,* a établi une distinction et constitué deux genres, en se basant sur la disposition des plaques génitales dans l'apex. Il a laissé le nom d'*Hemiaster* aux espèces à ambulacres postérieurs écourtés, à sommet excentrique, dont les plaques génitales postérieures ne sont pas disjointes par la prolongation de la plaque madréporiforme ; et il a appelé *Mecaster* les espèces dont les plaques génitales postérieures sont entièrement écartées par la plaque criblée. Cette division a naturelle-

1. Cotteau, Peron et Gauthier, *Échinides fossiles de l'Algérie.* 4e fascicule et suivants.

ment attiré mon attention; j'ai revu avec soin tous les *Hemiaster* de ma collection, et c'est du résultat de cette étude que je veux entretenir la section de géologie.

Si l'on observe un grand nombre d'individus (je ne parle dans ce travail que des *Hemiaster* crétacés), on reconnaît bien vite que la disposition des plaques, leurs dimensions, leurs lignes de contact, sont choses extrêmement variables, même dans une seule espèce, et qu'il serait impossible de figurer les différentes modifications de l'apex, à moins de faire presque autant de figures qu'il y a d'individus. Toutefois, dans cette grande variété, on peut ramener toutes les divergences à un certain nombre de types, dont voici les principaux :



Si nous suivons la théorie de M. Pomel, les nos 1, 2, 3 représenteront l'appareil des véritables *Hemiaster :* le no 1 est rare, et ne se rencontre que dans les individus petits et moyens des espèces ramassées. Déjà les grands exemplaires de l'*H. bufo* sont plus conformes

au n° 2, où la plaque criblée empiète sensiblement sur les plaques génitales postérieures. Cet empiétement passe par tous les degrés d'accroissement jusqu'à la forme que représente la figure 3, dans laquelle le contact n'existe plus entre les plaques que par la rencontre de deux pointes. Néanmoins, tant que le contact existe, quelque réduit qu'il soit, il n'y a qu'une question de degré ; le type primordial n'est réellement pas changé ; nous le reconnaissons sans aucune difficulté.

Le n° 4 nous montre les plaques génitales postérieures disjointes, et les deux plaques ocellaires intercalées. C'est ici que M. Pomel établit son genre *Mecaster*. Dans ce nouvel état, les dimensions des plaques varient encore beaucoup ; l'ensemble a une tendance marquée à s'élargir ; les pores génitaux se rapprochent longitudinalement et s'écartent transversalement. Les n°s 5 et 6 nous donnent une idée de ces variations, mais ils sont loin d'en comprendre tous les aspects.

Les figures 7 et 8 nous présentent un caractère nouveau : les empiétements constants de la plaque madréporiforme ne disjoignent plus seulement les plaques génitales postérieures, mais aussi les plaques ocellaires. M. Pomel ne parle pas de cette disposition nouvelle. Elle a pourtant, pour moi, une importance considérable, bien plus digne d'attention que le n° 4 ; car elle marque un premier pas vers la disposition des plaques apicales des spatangoïdes dans les terrains tertiaires et dans les mers actuelles, où c'est la règle que la plaque madréporiforme traverse tout l'appareil, sépare et même excède sensiblement les plaques ocellaires postérieures. Si donc il y avait lieu de faire un second genre, *Mecaster,* il y aurait d'excellents motifs pour en faire un troisième, concordant avec la disposition des plaques que nous signalons dans les nos 7 et 8.

Ces considérations bien comprises, nous allons passer à l'examen des faits, c'est-à-dire de l'appareil d'un grand nombre d'individus et d'espèces. Car les faits seuls peuvent confirmer les théories..... ou les renverser, même quand elles paraissent le plus rationnelles.

Si donc nous passons à l'examen des principales espèces qu'on rencontre en France, nous verrons que les *H. minimus, bufo, Gauthieri, angustipneustes* nous montrent des appareils assez conformes aux nos 1 et 2. L'*H. similis,* plus ramassé encore que l'*H. bufo,* se rapporte mieux à 2 et à 3 ; un de mes exemplaires me paraît même très voisin du n° 4 ; mais le détail est difficile à distinguer et je n'insiste pas. On rapporte également sans peine au n° 2 les *H. Desori, Regulusanus, Peroni,* malgré la taille un peu plus grande des individus. M. Desor a compté, avec raison, l'*H. Verneuili* (*Periaster*) parmi les équipétales ; M. Pomel a eu tort de le ranger parmi les *Mecaster,* car tous les exemplaires que j'ai entre les mains, et ils sont nombreux,

ont les plaques génitales postérieures en contact, conformément au n° 2. C'est un premier exemple d'un sommet subcentral avec plaques non disjointes.

En somme, c'est la forme 1, 2, 3 qui domine dans les exemplaires recueillis en France. Le n° 4 n'y fait pas défaut cependant, et j'en trouve de bons exemples dans une espèce cénomanienne qu'on rencontre à Briollay (Maine-et-Loire), et qui me paraît se rapporter à l'*H. cenomanensis*.

Un autre exemplaire, un seul, que je n'ai pas recueilli moi-même, mais que je dois au regretté Coquand, qui m'a affirmé l'avoir trouvé dans le cénomanien supérieur de Montagant, près de Jarnac, offre un écartement encore plus considérable des plaques génitales postérieures; et je regrette de ne posséder qu'un individu de cette intéressante espèce, qui me paraît inédite.

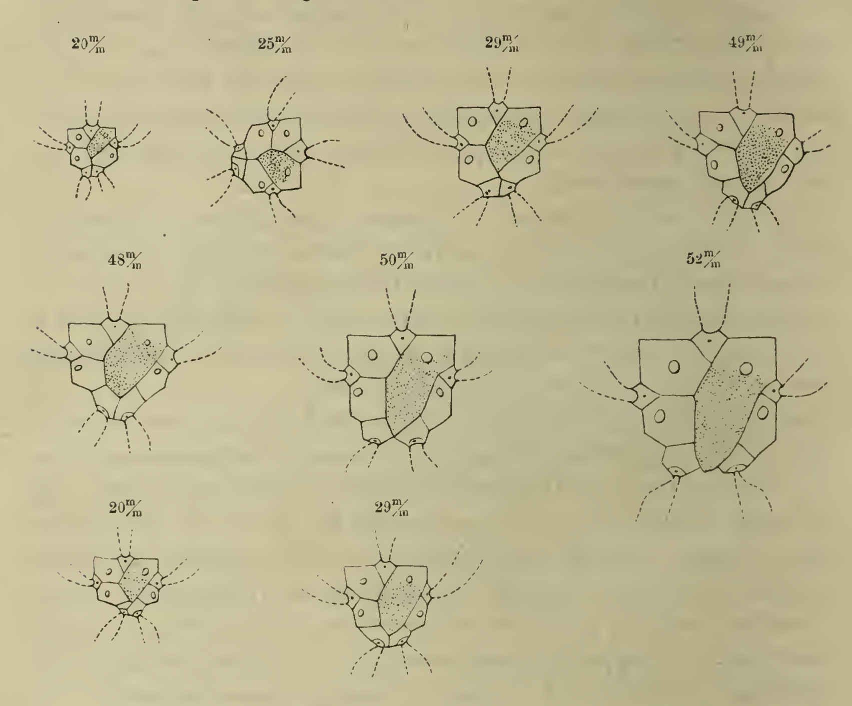
La disposition des plaques de l'appareil apical dans les *Hemiaster* français se rapporte donc aux quatre premiers numéros ci-dessus; je ne connais pas d'exemplaires où cette limite soit dépassée.

Il nous faut traverser la Méditerranée et aller en Algérie, car c'est là surtout que les matériaux abondent, et que l'étude de la question qui nous occupe peut se faire sur des bases solides.

Je n'ai pas trouvé en Algérie le n° 1; mais 2 et 3 n'y sont pas rares. Ainsi les *H. Aumalensis, Desvauxi* (*Periaster*), *Orbignyanus, Nicaisei,* même quand ils atteignent une taille relativement grande, ont l'appareil conforme au n° 2, et quelquefois au n° 3. Une espèce encore inédite, de taille assez médiocre, et que j'appelle provisoirement *H. bairensis*, présente la particularité remarquable d'avoir le sommet central et même excentrique en avant, les ambulacres postérieurs longs et l'appareil conforme au n° 2: c'est un cas discordant, semblable à celui de l'*H. Verneuili,* mais plus accentué encore. Par contre, l'*H. Krenchelensis* a le sommet très en arrière, les ambulacres postérieurs courts, l'appareil conforme au n° 4 dans les petits exemplaires, et au n° 5 dans les grands : c'est un second démenti à la théorie.

Passons maintenant aux grandes espèces, c'est-à-dire à celles qui sont représentées par un très grand nombre d'individus, et qui, en même temps, atteignent une taille très développée. Je commence par l'*H. batnensis*. Les jeunes, jusqu'à la taille de 30 millimètres en longueur, ont l'appareil apical conforme aux n°s 2 et 3. Au delà de cette taille, on ne trouve plus que la disposition des n°s 4 et 5; un exemplaire très grand donne le n° 7. De sorte que si l'on suivait la classification indiquée plus haut, l'*H. batnensis* appartiendrait à trois genres ! Dira-t-on que le contact ou l'écartement des plaques génitales postérieures

est ici en corrélation avec l'âge de l'individu ? Cette conclusion semble naturelle, mais elle n'est que spécieuse ; car, si le plus grand nombre des jeunes ont l'appareil conforme aux nos 2 et 3, en voici d'autres aussi, de même taille, depuis 10 millimètres, dont les plaques génitales sont complètement disjointes comme dans le n° 4. Il n'y a donc pas de règle fixe. Nous donnons ici un certain nombre de figures, toutes prises sur des individus appartenant à l'*H. batnensis*. Le chiffre placé au-dessus indique la longueur totale de l'oursin.



L'*H. Meslei,* qui atteint une très grande taille, et rappelle en plus d'un point de sa physionomie l'*H. batnensis,* ne nous a pas montré de plaques génitales postérieures en contact ; mais il contient, outre des appareils conformes aux nos 4, 5, 6, la disposition nos 7, dans les grands exemplaires. Dans l'*H. Fourneli,* qui est si répandu, 4 est moins fréquent que 5 et 6 ; 7 n'est pas très rare, et commence à une taille plus ou moins considérable, selon les localités. L'appareil de cette espèce est toujours plus large que celui de l'*H. batnensis*. Dans l'*H. latigrunda*, l'appareil est très souvent irrégulier ; mais dans la disposition normale, 7 se rencontre, sans être très fréquente. De même encore pour l'*H. Brossardi* et une foule d'autres, qui ne font qu'appuyer ce que j'avance, c'est-à-dire qu'on trouve dans beaucoup d'espèces des individus, réunis spécifiquement, qui appartiendraient à des

genres différents, si l'on voulait établir ces genres sur la disjonction des plaques postérieures de l'appareil. La figure n° 8 convient particulièrement à l'*H. Medgesensis*. Nous n'en possédons malheureusement qu'un exemplaire, de très grande taille, et il ne nous est pas possible de dire si les jeunes seraient conformes ; ce n'est guère probable[1]. L'âge est certainement pour quelque chose dans le degré de disjonction des plaques postérieures, bien que j'aie montré plus haut que cela n'est pas absolu. Il a surtout une grande influence pour l'écartement des plaques ocellaires. Je ferai remarquer en outre que l'époque géologique n'y est pas indifférente non plus : les appareils conformes aux nos 2 et 3 ne se trouvent guère au-dessus du cénomanien, en Algérie ; l'écartement des plaques ocellaires est rare dans ce même étage, tandis qu'il est plus fréquent dans l'étage turonien, et continue à se montrer dans bon nombre de grands exemplaires recueillis dans les couches sénoniennes.

J'ai cherché si, dans les grands exemplaires, j'en trouverais dont les plaques génitales postérieures soient restées en contact. Le cas est très rare ; je l'ai cependant rencontré d'une manière bien caractéristique. Voici deux individus appartenant à l'*H. Heberti,* de l'étage cénomanien. Ils ont presque la même taille, et l'espèce n'en offre guère de plus grands ; l'un mesure 43 millimètres de longueur ; l'autre 46 ; eh bien ! le premier correspond au n° 2 ; les plaques génitales se rejoignent très visiblement en arrière du corps madréporiforme[2] ; l'autre est tout différent et correspond au n° 4.

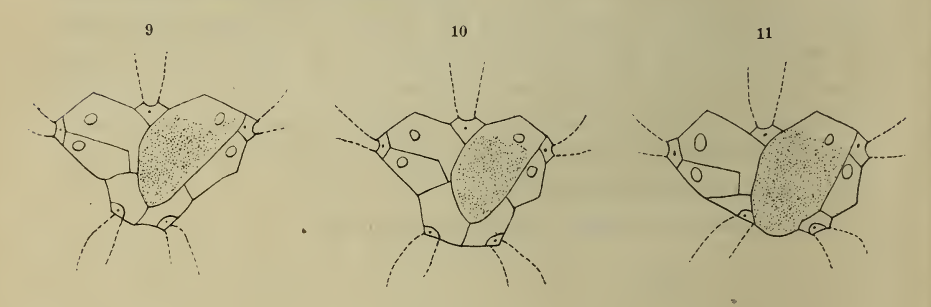
Nous donnons une figure de ces deux appareils :

Ainsi donc, rien de fixe ; partout l'inconstance et la diversité. L'appareil, dans les grandes espèces, semble avoir subi la même influence que les individus eux-mêmes, si variables dans leur nombre infini, qu'après avoir établi le type principal, on trouve en grand nombre des

1. L'*H. Medgesensis* ressemble beaucoup au *Linthia Payeni ;* il en a l'appareil apical ; mais il est dépourvu de fasciole latéro-sous-anal ; peut-être est-ce un individu anormal appartenant à ce *Linthia*. Quant à ce dernier genre (j'entends les vrais *Linthia*), c'est à tort qu'on a cru qu'il était exclusivement tertiaire ; il est représenté par plusieurs espèces dans les terrains crétacés.
2. Cet appareil, que nous dessinons exactement, semble un peu déformé.

formes intermédiaires, qui ne se rapportent pas complètement au type, et ne peuvent pas non plus en être nettement séparées. Comme aujourd'hui l'appareil, ces variations nous ont causé, à l'époque où nous décrivions les espèces, de bien grands embarras.

Il me reste à mentionner une autre disposition de l'appareil apical, dans le genre *Hemiaster,* qui s'est présentée à moi bien inopinément. En passant en revue mes exemplaires algériens, je rencontrai quelques individus où la plaque génitale antérieure de gauche s'allonge en suivant la suture du corps madréporiforme, et vient se mettre en contact avec la plaque ocellaire postérieure, empêchant ainsi la plaque génitale postérieure d'arriver jusqu'à la plaque criblée. Je m'aperçus bientôt que les individus qui offraient cette particularité se rencontraient dans de nombreuses espèces, fort différentes de formes, quelques-unes inédites, et qui proviennent des étages cénomanien, turonien et sénonien. Ces *Hemiaster* forment eux-mêmes deux catégories, car dans certains d'entre eux, le corps madréporiforme ne sépare point les plaques ocellaires, tandis que dans d'autres il les sépare entièrement et les excède même. J'en donne ici trois figures :



J'avais d'abord désigné ces *Hemiaster* sous le nom de groupe de l'*Africanus,* parce que cette dernière espèce, bien connue et occupant un niveau géologique assez nettement établi, présentait cette singulière disposition des plaques dans l'appareil apical. Mais j'ai trouvé ensuite d'autres exemplaires de l'*H. Africanus* où cette exclusion de la plaque génitale postérieure n'existe pas, et dont la disposition est simplement conforme aux n[os] 5 ou 6. J'ai dû renoncer à mon appellation, et constater encore une fois la même inconstance du caractère [1].

La conclusion à tirer de l'examen dont je viens d'entretenir la section de géologie me paraît bien simple. La théorie qui sépare les *Hemiaster* en deux genres, *Hemiaster* et *Mecaster,* serait bien insuffisante, si les caractères qu'elle vise étaient constants. Ce sont cinq genres au moins qu'il faudrait créer, en leur donnant successivement pour types

1. Il est aussi fréquent dans l'*H. Fourneli,* sans règle fixe, et semble varier selon la localité.

les figures 1—3, =4—6, =7—8, =9—10, =11. Mais il résulte clairement de l'observation attentive des faits que ces caractères ne sont pas assez fixes pour avoir une valeur générique ; qu'ils ne peuvent pas même servir pour une distinction spécifique, puisque nous voyons les individus d'une même espèce présenter tantôt l'un et tantôt l'autre. Il ne reste donc qu'à revenir aux conclusions si sages de M. Desor : plusieurs groupes, si l'on veut; mais un seul genre qui continuera à s'appeler *Hemiaster*[1].

M. THOMAS

Vétérinaire en 1er au 10e régiment de hussards, à Nancy.

SUR LES GISEMENTS DE PHOSPHATE DE CHAUX DE LA TUNISIE

— *Séance du 14 août 1886.* —

Pendant une première exploration du sud-ouest de la régence de Tunis, effectuée en avril et en mai 1885, je découvris quelques gisements de phosphate de chaux que je signalai, la même année, par une communication à l'Académie des sciences[2]. Une nouvelle mission m'ayant été confiée en 1886 par le Ministère de l'instruction publique, j'en ai profité pour compléter ces premiers renseignements et c'est le résultat de ces récentes recherches que je viens exposer sommairement devant vous.

Ce n'est plus à la petite chaîne de montagnes qui, sur les confins sud-ouest du Tell tunisien, s'étend entre l'oasis de Gafsa et la frontière algérienne, que se limitent les affleurements reconnus de phosphate de chaux. Je les ai retrouvés, cette année, bien au delà, vers le nord et l'est, jusque sur la longitude de Kairouan et sur la latitude du Kef.

Je rappellerai tout d'abord qu'au point de vue géologique ces gisements sont de deux sortes : les uns, de beaucoup les plus importants par leur puissance et par leur étendue, appartiennent à la formation éocène marine la plus inférieure, dans laquelle ils occupent, paléontologiquement et stratigraphiquement, une position parallèle à celle de l'étage suessonien d'Europe ; les autres appartiennent à la formation crétacée moyenne.

1. Comme nous l'avons dit en commençant, nous ne parlons ici que des espèces crétacées.
2. *Comptes rendus*, séance du 7 décembre.

A. *Gisements tertiaires.* — En 1885, je n'avais pu les suivre que sur un développement d'environ 80 kilomètres, au voisinage des petites oasis de Midès, de Tamerza et de Chebika. Cette année, je me suis assuré que, non seulement les couches phosphatées tertiaires affleurent sur les versants sud et nord des djebels Bligi, Alima, Zéref, Seldja et Stah, mais qu'elles se retrouvent bien développées sur le versant sud des montagnes circonscrivant, au nord de celles-ci, le Bled Douara, telles que les djebels M'rata, Boudinar, Tabaga, Bellil, etc. J'ajouterai que cette zone phosphatée s'étend, par delà la frontière tunisienne, au moins jusqu'à Négrine et au djebel Ong.

La caractéristique minéralogique de ces gisements du sud-ouest semble se trouver dans la prédominance du facies noduleux de ses phosphorites, disséminées en quantité variable dans une marne sableuse brune où pullulent des débris d'animaux marins, tels que : ossements, dents et coprolithes de grands Sauriens et de Plagiostomes squalidiens. Paléontologiquement, ils sont caractérisés par l'abondance extrême de l'*Ostrea multicostata,* laquelle, tout en présentant la plupart des variétés connues du nord et du sud de la France, y acquiert des dimensions jusqu'ici inconnues (250 millimètres de longueur, 164 millimètres de largeur et 35 millimètres d'épaisseur, sur une des valves inférieures recueillies). Dans les calcaires marneux, souvent phosphatés et intercalés dans les marnes très gypsifères de la base de l'étage, on trouve aussi, en grand nombre, des Cardites, des Cérithes, des Turritelles et des Rostellaires, rappelant certaines formes surtout méridionales du suessonien d'Europe. Immédiatement au-dessus des couches phosphatées, se développent de nombreux bancs de calcaires siliceux très durs, souvent transformés en une véritable lumachelle par l'extrême abondance de l'*Ostrea multicostata.* Il est à remarquer que les Nummulites paraissent manquer totalement dans cette formation du sud-ouest de la Tunisie, formation qui repose le plus souvent, en stratification concordante mais transgressive, sur les étages de la craie supérieure.

Contrairement à mes prévisions, je vis les couches à phosphates disparaître rapidement dans le sud-est du méridien de Gafsa, où je ne les ai trouvées assez bien développées que dans les djebels Sehib et Rosfa, ainsi que sur la lisière nord du djebel Berda. Pour les retrouver avec leur développement normal, il me fallut remonter dans le nord-est de Gafsa, jusqu'aux djebels Khechem-el-Artsouma, Nasser-Allah (Cheraïn) et Sidi-bou-Gobrine, c'est-à-dire à une faible distance de la mer. Ici, quoique toujours bien développées et exploitables, les couches à phosphate prennent un facies plus pélagique ; elles tendent à devenir plus calcaires, l'*Ostrea multicostata* y devient plus rare et, au-dessus d'elles, se développe une formation gréso-marneuse dans laquelle

apparaissent les Nummulites associées à une riche faune d'Échinides. Cette dernière formation semble représenter, dans cette région, au-dessus des marnes et des calcaires suessoniens, comme le cordon littoral de l'ancienne mer nummulitique proprement dite.

A partir de cette latitude, qui est à peu près celle de Kairouan (35°5), les marnes et les calcaires phosphatés vont s'atrophiant vers le nord-est, d'après les observations de mon collègue de mission, M. G. Rolland, qui a remarqué des calcaires légèrement imprégnés de phosphates à la base de l'étage nummulitique du massif central. Mais il n'en est pas de même du côté de l'ouest où je les ai retrouvés parfaitement développés à la Kâlaa-es-Senam, aux djebels Slata et Houte, ainsi que sur le versant sud de la montagne sur laquelle est assise la ville du Kef.

J'ai été amené, au cours de ma récente exploration, à rechercher quelle pouvait être l'origine de ces phosphates tertiaires. Tout d'abord, la forme noduleuse des phosphorites du sud-ouest ainsi que l'abondance des débris organiques marins auxquels elles sont associées, m'avaient conduit à admettre la possibilité d'une origine organique. Mais je ne tardai pas à constater que ces débris n'avaient pas partout la même abondance et les changements de facies que je vis plus tard se produire du sud au nord, dans la structure de ces terrains, modifièrent mon opinion. En effet, partout les couches phosphatées se présentèrent intimement associées à des roches siliceuses ou gypsifères avec lesquelles elles se confondaient sans qu'il soit possible, souvent, d'établir entre elles aucune ligne de démarcation. C'est ainsi que, dans le sud-ouest, des gypses cristallins très régulièrement stratifiés s'intercalent dans les marnes phosphatées, tandis que, plus au nord, on voit celles-ci passer insensiblement à des calcaires siliceux. Il serait donc difficile, en présence de cet ensemble constant de couches régulièrement stratifiées et imprégnées sur toute leur épaisseur, suivant un mode uniforme et identique, de matières minérales dont deux au moins ne peuvent avoir qu'une origine interne ou métamorphique, de ne pas leur attribuer à toutes une même et unique origine.

B. *Gisements secondaires.* — J'ai signalé en 1885, au voisinage même de Feriana, des calcaires et des marnes secondaires phosphatés, contenant une faune de Céphalopodes, de Brachiopodes et de Gastéropodes dont les moules internes renferment jusqu'à 48 p. 100 de phosphate tribasique. Ma récente exploration m'a permis de reconnaître l'existence, non loin de ce point, dans les djebels Nouba et Semama, de ce même niveau phosphaté, intercalé entre des marnes cénomaniennes à *Ostrea Syphax*, *Heterodiadema libycum*, etc., et des grès urgo-aptiens à *Orbitolina lenticulata*, *Heteraster oblongus* et *Terebratula sella*. De plus, j'ai découvert un horizon analogue, mais bien

mieux développé, dans le sud-est de la Tunisie, notamment dans les régions centrale et orientale de la chaîne du Cherb, où il forme la base des djebels Oum-Ali, Oum-el-Oguel, Hadîfa et Roumana ; il y est caractérisé par une faune mixte où, à côté de types nettement albiens, se montrent des espèces jusqu'ici exclusivement aptiennes ou cénomaniennes, telles sont : *Requienia Lousdalei, Heteraster Tissoti, Nucula ovata, Trigonia distans, Ostrea Boussingaulti, Pantagruelis, falco, conica,* etc., fossiles dont les moules contiennent 8 à 10 p. 100 d'acide phosphorique.

Comme on le voit, il est vaste l'horizon des phosphates tunisiens, puisqu'il s'étend sur toute la région comprise entre la Médgerdah et les Chotts. Il y a là une source inépuisable de ce précieux minéral, que les voies ferrées projetées permettront d'exploiter un jour dans des conditions suffisamment économiques.

L'abondance, dans cette partie de l'Afrique, de l'engrais par excellence du blé, nous fournit l'explication toute naturelle de l'étonnante fertilité de cette terre qui, depuis l'époque lointaine où Rome en fit la pourvoyeuse de ses greniers, n'a jamais cessé d'être ensemencée sans aucun ménagement et dans des conditions de culture des plus primitives. La raison de cette persistante fertilité ne doit pas être cherchée ailleurs que dans l'abondance avec laquelle le phosphate de chaux se trouve répandu dans les formations les plus superficielles de notre nouvelle et belle colonie, lesquelles, en raison de l'activité des dénudations atmosphériques sous ces latitudes, déversent sans cesse dans les plaines et les vallées cultivées l'agent fécondant qu'elles recèlent.

La seule conclusion que je veuille tirer de ces faits, pour le moment, est à la fois d'ordre agronomique et économique. Ce qu'il faut y voir, selon moi, c'est l'éclatante démonstration de la haute valeur des phosphates *naturels* comme engrais appliqués aux céréales, fait récemment soutenu avec une grande autorité par l'éminent agronome de l'Est, M. Grandeau. Les expériences entreprises à Tomblaine par ce dernier, avaient été faites depuis longtemps par la nature dans l'ancienne proconsulaire romaine où, grâce à l'abondance des phosphates naturels, chaque année voit naître, depuis de longs siècles, sur les mêmes champs des moissons toujours florissantes.

Le hasard voulut que, au moment où je découvris les gisements de phosphate des environs du Kef, d'admirables moissons encore vertes recouvraient le sol même où affleurent ces gisements. Je fus surpris de la beauté exceptionnelle du blé sur cette zone privilégiée. J'appelai un Arabe du pays dont la tente se dressait près de là et je lui demandai si, tous les ans, ces mêmes terres donnaient d'aussi belles moissons ; à quoi il répondit : « Tous les ans la charrue laboure ces mêmes champs

« et tous les ans la faucille coupe des épis aussi beaux que ceux que tu « vois — à moins cependant qu'Allah ait refusé à la terre l'eau qui lui « est nécessaire. »

M. Charles GRAD

Membre de la Société géologique de France, correspondant de l'Institut géologique d'Autriche.

LES FORÊTS PÉTRIFIÉES DE L'ÉGYPTE

— *Séance du 14 août 1886.* —

Ce que l'on appelle les forêts pétrifiées de l'Égypte sont de grands dépôts de bois fossiles, situés sur le passage de l'ancienne route du Caire à Suez. J'ai fait plusieurs visites à ces dépôts, pendant l'hiver dernier, afin d'en reconnaître l'âge géologique. Le plus rapproché se trouve à 10 kilomètres seulement du Caire ; les autres gisent plus loin, aux environs du puits de Fachmé, dans le Ouady-el-Tih. Ouady-el-Tih signifie en arabe la *Vallée des égarements,* probablement à cause de la difficulté d'y trouver son chemin. Du moins le guide chargé de nous conduire, lors d'une première course avec trois âniers sous ses ordres, au gisement principal, dit la *Grande Forêt,* nous a amenés aux dépôts de la *Petite Forêt,* comme si ce conducteur maladroit avait voulu justifier le nom de la vallée des égarements. Malgré ses protestations contraires, notre homme ne savait pas son chemin, ce dont je me serais fâché, si se fâcher dans le monde oriental servait à quelque chose. La route suivie par nos baudets et leurs conducteurs, tous également ânes en fait de topographie, passe derrière les tombeaux des khalifes, laissant à gauche les carrières du Gebel-Achmar, avec le Gebel-Giyouschi sur la droite, dans la direction du nord, en forme de terrasse allongée, séparée par un sillon du plateau de Mokattam. Près des carrières de pierres calcaires, il y a des fours à chaux, et, à côté des tombeaux des khalifes, des moulins à vent. Moulins et fours chômaient pour l'heure ; mais, dans le lointain, nous entendions tirer le canon sur le polygone de l'Abbasieh. Tout le territoire environnant est désert, sans verdure, à perte de vue, sans autre végétation que quelques touffes d'herbes épineuses enduites de poussière. Çà et là, quelques trous creusés dans le sable, où les chasseurs bédouins à l'affût guettent les gazelles à la recherche de ces herbes.

Un ravin en forme de ⋖, entre le plateau de Mokattam et le Gebel

Giyouschi, au nord de notre chemin, aboutit aux sources de Moïse. La petite forêt pétrifiée se trouve à quelques kilomètres plus à l'ouest. Figurez-vous un terrain sableux à la surface, pas bien uni, creusé de dépressions et présentant de distance en distance des arêtes de marnes calcaires. Dans les talus de ces arêtes, corrodées par d'anciens courants d'eau, les marnes jaunes ou brunâtres présentent des veines de gypse et du sel fibreux. En grattant la surface, on y trouve à côté de bancs d'huîtres, des côtes de cétacés et des carapaces de tortues fossiles. Déjà derrière les tombeaux des khalifes s'élève une colline de grès à pente douce, dont les éléments délités, grains de quartz transparents, cailloux diversement colorés et poussière siliceuse, forment le sable du désert. Sous l'effet du vent, les particules menues du grès en place sont balayées au loin. Beaucoup de troncs d'arbres silicifiés et brisés en morceaux sont enfouis dans ce sable. Ils ne représentent pas une forêt debout; mais le paysage a plutôt l'aspect d'une forêt coupée, où les arbres abattus ont été réduits en bûches par les bûcherons. Ces arbres, changés en pierre, ne forment plus du bois combustible. J'en ai mesuré de 20 à 30 mètres de longueur, avec un mètre de diamètre à la base. Dans la grande forêt pétrifiée, aux environs du Bir-Fachmé, sondage exécuté, m'a-t-on dit, pour rechercher du charbon minéral, les troncs étendus à terre se comptent par milliers et par milliers. Ni au Bir-Fachmé, situé plus à l'ouest, ni à la petite forêt, ordinairement visitée par les touristes, je n'ai pu trouver de tronc entier. Quelques souches paraissaient être debout en place; mais je manquais des outils nécessaires pour les déterrer, afin de constater s'ils avaient réellement pris racine sur les lieux mêmes. Pour le géologue, ces dépôts de bois silicifiés ressemblent aux formations de lignites de l'époque miocène, avec cette différence que la substance ligneuse des arbres s'est transformée autrement. En Alsace même, les mines du Bastberg, près Bouxwiller, présentent des couches de lignite pyriteux, dans des conditions de gisement semblables à celle des forêts pétrifiées d'Égypte.

Les bois pétrifiés d'Égypte ont été signalés déjà par les naturalistes de l'expédition française en 1799. Depuis, leur origine a donné lieu à des discussions intéressantes, sans aboutir encore à des conclusions définitives, susceptibles de répondre à toutes les objections. Unger, à qui l'on doit une instruction détaillée pour la préparation des bois silicifiés, publiée dans le *Jahrbuch für Mineralogie und Geologie,* en 1842, et dont les collections se trouvent maintenant au Muséum du jardin des plantes, à Paris, les rapporte à une seule et même espèce, dans son mémoire : *Der versteinerte Wald bei Kairo und einige andere Arten verkieselten Holzes, in Aegypten* (Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, vol. XXXII, 1858). Je crois avoir re-

marqué sur place des échantillons à texture différente, appartenant à plusieurs espèces, sans toutefois pouvoir emporter tout un chargement de ces troncs d'arbres très lourds. En tous cas je mets à la disposition de M. Fliche, le savant professeur de botanique à l'École forestière de Nancy, les spécimens que j'ai rapportés, afin d'en faire l'examen au microscope. L'espèce déterminée par le professeur Unger est la *Nicolia egyptiaca,* de la famille des Buttneriacées ou de celle des Sterculiacées. Comme caractères anatomiques, cette espèce n'a pas de cercles de croissance annuels; le bois est formé par des cellules de prosenchyme et de parenchyme, à cloisons épaisses et minces distribuées d'une manière variée. Des vaisseaux ponctués sont répandus dans les tissus, remplis de cellules, isolées ou réunies à plusieurs. Les ponctuations aréolées se ressemblent sur toutes les cloisons ou bien manquent d'aréole sur la cloison extérieure. Rayons médullaires par trois ou quatre rangées de cellules de parenchyme contiguës. Dans le cours de la silicification, les détails de la structure anatomique ne se sont pas conservés avec la même perfection pour tous les échantillons. J'ai remarqué des troncs entièrement creux, à travers lesquels ou dans l'intérieur desquels je pouvais passer le bras. Newbold signale aussi des souches debout et fixées par la base dans le grès sous-jacent. Minéralisés debout, les arbres, en tombant, ont pu se casser en morceaux disposés sur une ligne, comme le seraient les fragments d'une colonne renversée et brisée. Les cassures correspondent entre elles d'un morceau à l'autre, de manière que ceux-ci peuvent être rapportés à un même tronc. A côté des grands tronçons, il y a des morceaux menus, pareils à des copeaux. Pourtant toutes les cassures ne proviennent pas nécessairement de chocs violents, car dans la péninsule du Sinaï, j'ai vu des silex également durs se fendre ou se briser sous l'effet des variations considérables de température, à certains jours, du matin au soir.

Dans ses séances du 22 juin et du 6 novembre 1874, l'Institut d'Égypte a discuté d'une manière approfondie l'origine des bois silicifiés du Mokattam et du Ouady-el-Tih. M. Zittel, qui a découvert dans les grès de Nubie, sur la lisière du désert libyque, des arbres fossiles pareils à ceux-ci, a émis l'idée que les troncs de la forêt pétrifiée ont été amenés au Mokattam après avoir été enlevés de la formation des grès de Nubie, sur les confins du désert. Sans doute, les mêmes espèces ont pu vivre à l'époque de la formation de ces grès, que M. Zittel rapporte au terrain crétacé, et se continuer pendant les temps tertiaires au pied des falaises de calcaire nummulitique, percés de trous de pholades et de lithodomes, derrière les tombeaux des khalifes, à la sortie du Caire. Pour le moment, je ne veux pas décider ni examiner si tous les dépôts arénacés, désignés sous le nom de grès

de Nubie, et où le D[r] Schweinfurth croit avoir trouvé l'an passé des fossiles siluriens, sont contemporains. Ce que j'ai vu, c'est que les grès friables, près des tombeaux des khalifes, ont apparu après les calcaires nummulitiques contre lesquels ils s'adossent. Les trous de pholades sur les flancs des falaises à nummulites semblent dater de la mer miocène, qui a baigné la base de ces rochers. Les troncs d'arbres enfouis dans les sables du Bir-Fachmé ont probablement vécu sur place, ou dans le voisinage vers la fin de l'époque tertiaire.

J'ai aussi ramassé un morceau de bois silicifié, pareil à celui de la forêt pétrifiée du Bir-Fachmé sur la rive libyque du Nil, en face de Korosko, en Nubie, dans le sable des collines de grès. Unger en a décrit d'autres échantillons tout à fait semblables rapportés par M. de Henglin de Woro-Heimano, non loin de la forteresse de Magdala, au nord de Choa, à 3,000 mètres d'altitude au-dessus de la mer (*Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien,* 12 juillet 1866). On en a trouvé encore dans le désert de Bayouda et sur les pentes du Kilimandjaro, sur des points de l'Afrique orientale fort éloignés les uns des autres. Ou bien ces bois ont été silicifiés sur place, dans leur gisement actuel, après y avoir vécu ou y avoir été charrié à l'état flottant par un courant d'eau. Ou bien ils ont pu être déposés tout pétrifiés sur leur emplacement présent, après avoir été entraînés de plus loin. S'ils ont vécu sur place, leur existence remonterait à la formation des grès de Nubie et des dépôts arénacés visibles dans les collines du Djebel-Achmar, près du Caire, en sortant par Bab-en-Nasr. Enfouis dans ces grès, vitrifiés par places, ils se seraient silicifiés après coup, à la suite des cataclysmes qui ont recouvert les grès susdits. La présence de troncs brisés à fleur du sol, conservant encore leurs racines silicifiées, engagées dans les couches sous-jacentes, que prétendent avoir vus Newbold et Itier, indiquerait la croissance et la silicification sur place. Dans mes visites aux gisements du Mokattam et de Bir-Fachmé, j'ai bien vu des troncs debout, mais sans les déterrer ni constater si leurs racines existaient également dans la roche. En ce qui concerne l'hypothèse du transport à l'état de bois flotté, pour une silicification ultérieure par des sources thermales pétrifiantes, comme celles de Yellowstone, aux États-Unis d'Amérique, ou d'autres analogues de la Nouvelle-Zélande, il aurait fallu, depuis l'époque du dépôt, des mouvements de terrain considérables pour modifier la configuration du pays. Suivant le D[r] Gaillardot, un de nos compatriotes lorrains qui a eu occasion, grâce à sa longue résidence en Égypte, de visiter les gisements du Mokattam plus souvent que je n'ai pu le faire, lors de mon voyage trop rapide à travers le pays, aucune observation positive ne prouve le passage de courants d'eau susceptibles d'avoir amené de très loin les bois en question.

Le niveau de la mer intérieure, dont les affluents auraient charrié les arbres des forêts pétrifiées, n'a pas atteint l'altitude actuelle de leur gisement sur le plateau du Mokattam.

A cette objection, Unger répond par l'affirmation que les bois en question sont originaires de montagnes peu éloignées du Caire. La présence de *Cyclas,* de *Helix pomata* et d'autres coquillages d'eau douce exclut l'intervention de courants marins. Par suite les forêts dont proviennent les bois du Mokattam et de Bir-Fachmé auraient vécu seulement après l'émersion ou l'exhaussement des terrains tertiaires avec Ostrea undata et Pecten Dunkeri. Déposés au fond d'un bassin d'eau douce, sans communication avec la mer, les bois flottés de l'intérieur se seraient silicifiés au milieu du sable, où nous les trouvons enfouis, sous l'action de sources thermo-siliceuses. Dans mes explorations au sud de l'Algérie, sur la lisière nord du Sahara, je n'ai observé aucune trace d'une mer intérieure de l'époque quaternaire. Tous les dépôts superficiels appartiennent à des formations d'eau douce, dues à des courants fluviatiles. Il doit en être de même pour le désert lybique, quoique Mariette parle de vestiges de la mer visibles jusqu'à Sakkarah. Pourtant, quoique le Dr Gaillardot n'admet pas l'intervention d'un soulèvement du plateau du Mokattam depuis le dépôt des bois pétrifiés, cette manière de voir peut être contestée. Le littoral de l'Algérie, où nous trouvons des ossements d'éléphants à côté de coquillages d'espèces quaternaires s'est élevé au-dessus de la Méditerranée depuis ces formations. En Alsace même, n'avons-nous pas le lehm du Sundgau à des altitudes supérieures au niveau du Rhin à Bâle, quand pourtant le lehm des environs d'Altkirch a été déposé par le Rhin à l'époque des grands glaciers. Nulle part d'ailleurs les oscillations du sol, par rapport au niveau de la mer, ne sont mieux constatées que par les marques de mollusques lithophages sur les colonnes du temple de Serapis à Pouzzoles.

Contrairement à notre manière de voir, M. Zittel considère les bois pétrifiés du Mokattam comme amenés tout silicifiés des couches de grès de Nubie dans leur gisement actuel. Mais alors les troncs auraient été roulés et seraient arrivés déformés. Or, sur aucun échantillon, je n'ai remarqué de trace d'un transport par l'eau du bois déjà silicifié. Des troncs longs de 10 à 20 mètres ne se seraient pas conservés dans l'état où nous les voyons autour de Bir-Fachmé. Selon la notice du Dr Gaillardot, page 121 du *Bulletin de l'Institut égyptien* pour 1874, dont j'ai d'ailleurs vérifié l'exactitude, les vrais grès de Nubie, « paraissent pour la première fois quand on remonte le Nil à Gebel-Selseleh, où ils présentent une ligne à peu près perpendiculaire au fleuve ; puis, à l'est du Nil, ils s'infléchissent vers le nord, en formant à la base des

couches crétacées, auxquelles ils sont subordonnés, une bande de peu de largeur, et viennent contourner la pointe de roches éruptives qui fait face à l'extrémité sud du Sinaï. » Étant donné cette disposition, comment faire venir des blocs du Gebel-Selseleh au plateau du Mokattam par la vallée du Nil ? A l'époque dont parle M. Zittel, le Nil ne dépassait pas Beni-Souef et la mer baignait les falaises à phollades du Mokattam. Sans l'hypothèse d'un soulèvement postérieur de ces falaises, le Nil à sa plus grande hauteur n'a pu atteindre le niveau des forêts pétrifiées où le géologue allemand veut lui avoir fait transporter ces arbres à l'état silicifié. D'un autre côté, la chaîne arabique, le long de la mer Rouge actuelle, est toute sillonnée de vallées perpendiculaires au Nil. Ces vallées auraient dû être franchies par des troncs d'arbres énormes, comme ceux de Bir-Fachmé, voyageant par-dessus monts et vallées pour venir s'échouer au Mokattam, déjà entièrement transformés en pierre. Évidemment ils n'ont pu arriver dans cet état au lieu de leur gisement en quantité telle. Durant un aussi long parcours, les plus gros seraient restés arrêtés au fond des vallées, où personne n'en a encore constaté la présence. Quant à soutenir que ces vallées, toutes formées par érosion, n'existaient pas encore, M. Gaillardot remarque que leur creusement « a fait apparaître le grès au-dessous des terrains crétacés qui le couvraient... La forêt pétrifiée se trouvant au-dessus du grès de l'époque pliocène, on doit, si l'on veut expliquer son transport, s'adresser à une cause postérieure à l'âge tertiaire, ce qui nous amène à l'époque quaternaire ou diluvienne. »

Dans une carrière exploitée pour le service des filtres de la distribution d'eau du Caire, à l'Abbasieh, j'ai vu de grands blocs calcaires, avec des galets, au-dessus du niveau des sables exploités. M. Zittel compare le transport des arbres tout pétrifiés du Mokattam au dépôt des blocs erratiques par les glaces. J'ai bien découvert des formations glaciaires sur l'autre rive de la mer Rouge, dans les montagnes du Sinaï. Rien n'indique toutefois l'arrivée de glaces chargées de blocs erratiques en Égypte. Les blocs de la sablière de l'Abbasieh me semblent provenir du Mokattam, à une faible distance. Quant à l'hypothèse qui rattache l'apparition des dépôts de bois de la forêt pétrifiée de Bir-Fachmé à la formation d'une faille, dirigée de l'est à l'ouest, elle rentre trop dans le domaine de la fantaisie pour être examinée et réfutée sérieusement.

Le professeur Unger, dans son premier mémoire sur les forêts pétrifiées lu en 1858 à l'Académie des sciences de Vienne, dit à propos de la position géologique de ces formations : « Il est probable qu'après le dépôt en Égypte des calcaires tertiaires, après l'immersion de la Basse-Égypte et d'une partie de la Haute-Égypte au-dessus du niveau

de la mer, une quantité de troncs d'arbres provenant de forêts rapprochées d'un cours d'eau, qui parcourait le continent, usés par le temps et à moitié pourris, ont été amenés dans un bassin d'eau douce qui s'étendait du Caire à Suez, sans communication avec la mer. Dans ce bassin, l'eau a apporté outre le limon du sable quartzeux et les débris de roches siliceuses, en sorte qu'avec le temps il s'est formé un puissant dépôt. Dans ce dépôt d'un léger sable quartzeux, précédé d'un dépôt d'argile, ces morceaux, ces amas de bois sont restés enfouis dans le sable qui s'est amassé par-dessus. Plus tard, les troncs ont été convertis en blocs de silice par l'action de sources thermo-siliceuses qui jaillirent dans la contrée environnante. » M. Gaillardot assure, à propos de ce phénomène de pétrification, avoir vu des branches de tamarix silicifiées directement et toutes vivantes encore par la simple action du sable. Les silicates dont le sable fin du pays est formé abandonnent facilement leur silice. Soulevé par le vent, ce sable forme une poussière qui s'attache aux branches des arbres, des tamarix surtout. En se décomposant sous l'action de l'air, la silice dégagée par cette poussière pénètre dans les rameaux et les silicifie. Au Gebel-Achmar, vous pouvez voir aussi de curieux entonnoirs tapissés de silice, des grès vitrifiés sous l'effet de sources pareilles aux sources du Yellowstone, qui ont jailli après le soulèvement de la montagne et qui ont probablement métamorphisé les arbres de la forêt pétrifiée.

Lors des débats soulevés sur l'origine des bois pétrifiés de Bir-Fachmé à l'institut d'Égypte, il y a dix ans, Mariette, l'éminent archéologue, a fait remarquer, touchant les changements survenus dans le relief du sol égyptien que le Nil près de Ouady-Halfa était « dans les temps déjà historiques, à 12 ou 14 mètres au-dessus de son niveau actuel. Il y a eu pour produire les cataractes, une véritable révolution géologique qui a considérablement abaissé le niveau du fleuve. » En effet, j'ai relevé sur ces rochers des rapides de Semneh d'anciennes marques du règne d'Amenemhat III indiquant que le Nil atteignait alors, en ce point, 10 mètres au-dessus du niveau des plus hautes eaux de l'époque actuelle. Depuis, la barrière rocheuse de cette cataracte a dû s'abaisser d'autant, après avoir déterminé autrefois une grande chute. Ce changement toutefois n'a point de rapport avec la formation des forêts pétrifiées.

Revenu aux dépôts de la grande forêt, après mon retour des avant-postes du Soudan, pour rechercher des souches d'arbres en place, je n'ai pas constaté d'une manière certaine la présence de troncs debout avec leurs racines intactes. Pour acquérir à ce sujet une certitude complète, il faudrait tout au moins déchausser un certain nombre de souches, ce qui n'est pas facile dans le cours d'une simple excursion sans

camper sur place, car Bir-Fachmé se trouve à une journée de chameau du Caire, aller et retour compris. Les tronçons des arbres, dont mon compagnon de route a fait quelques photographies, dépassent rarement un mètre de longueur, quoique la longueur totale des morceaux raccordés d'un même tronc atteindrait souvent 20 mètres, avec un mètre de diamètre à la base. Les détails anatomiques des tissus du bois ne sont pas également bien conservés dans toutes les pièces. J'espère pourtant que notre collègue, M. Fliche, réussira aisément à en déterminer l'espèce. Nulle part, je n'ai pu apercevoir ni découvrir de bois pétrifié [1] dans les marnes calcaires à nu dans les talus des ravins et qui forment des escarpements assez élevés, à crête étroite, toujours au-dessous du niveau supérieur du plateau arénacé, où sont enfouis les arbres fossiles. Pourtant, on ramasse des fragments de ce bois au fond des ravins, où les courants d'eau les entraînent à la suite de pluies d'orage, fort rares dans cette région, mais d'autant plus violentes. Un sable fin, bien lavé, amené également par les eaux du plateau, recouvre les marnes dans le fond des ravins. La couleur sombre et foncée des bois silicifiés se détache sur le sable gris ou jaune. Les tons jaunâtres, nuance isabelle, prédominent dans le paysage et lui donnent une teinte uniforme sous le soleil de midi.

Le puits de Fachmé, autour duquel se trouvent quelques murs en ruines, donnerait une bonne coupe géologique de la formation des marnes. Je n'ai pu y descendre, sans échelle ni corde, à cause de sa profondeur et de la friabilité de ses parois verticales. Ici comme au Gebel-Achmar, près du Caire, le grès repose en bancs horizontaux sur les marnes calcaires. C'est du Gebel-Achmar que proviennent probablement les blocs des deux statues colossales de Memnon sonore dans la plaine de Thèbes. Du moins la pierre des statues de Memnon est-elle identique avec la roche des carrières de Gebel-Achmar. Elle nous rappelle les pierres meulières du bassin de Paris par leur consistance. Dans les marnes éocènes de Bir-Fachmé, des bancs entiers d'ostreas arrivent à jour. Tous les ravins ouverts dans les marnes résultent d'érosions et remontent vers le plateau, où un simple sillon en marque l'origine. Pour rentrer, lors de ma première course au gisement de bois pétrifié, j'ai suivi la terrasse au faîte du Mokattam, dont les versants s'abaissent

1. Depuis la présentation de cette note à l'Association pour l'avancement des sciences, mon collègue de la Société géologique, M. Zeiller, m'a rendu attentif à un mémoire du Dr Schenck : *Beitræge zur Geologie und Palæontologie der libyschen Wüste*, dans la troisième partie de l'*Expedition zur Erforschung der libyschen Wüste*, dirigée par Gérard Rohlfs (Cassel, 1883). D'après ce mémoire, M. Schenck aurait déjà reconnu parmi les bois fossiles des forêts pétrifiées du Caire les neuf espèces suivantes : *Nicolia ægyptiaca*, d'Unger; *N. Oweni*; *Araucarioxylon ægypliacum*; *Palmoxylon Aschersoni*; *Acacioxylon antiquum*; *Laurinoxylon primigenium*; *Capparidoxylon geinitzii*; *Dombeyoxylon ægypliacum*; *Ficoxylon cretaceum*. Dans le désert libyque, M. Schenck signale en outre : *Jordanis ebenoïdes*; *Rohlfsia celastroides* et *Palmoxylon Zitteli*. Six de ces espèces sont nouvelles.

brusquement sur le Ouady-el-Tih. Ce chemin passe au-dessus du cirque au fond duquel jaillit la source saumâtre, décorée comme la plupart des sources du désert arabique du nom d'Aïn Mouça, source de Moïse. Les parois du cirque, découpées verticalement, comme à l'emporte-pièce, à 30 mètres de profondeur, présentent des bases calcaires en assises régulières, toutes horizontales. Plus loin, la surface fendillée et crevassée est couverte de longues traînées de moellons, comme les restes de carrières exploitées. Dans la matinée, le chemin suivi dans la direction de l'est longe, à partir des haltes du Gebel-Achmar, pendant près d'une heure, la limite des formations éocènes et miocènes.

M. Edmond FUCHS

Ingénieur en chef des Mines.

NOUVEAU GISEMENT DE PHOSPHATE DE CHAUX DU NORD DE LA FRANCE

— *Séance du 16 août 1886.* —

INTRODUCTION.

Le phosphore est un des corps les plus répandus parmi les matériaux qui composent l'écorce terrestre. Non seulement il est disséminé dans la plupart des roches et des sédiments, tantôt sous forme de petits cristaux isolés d'apatite, tantôt à l'état de combinaison ou de diffusion dans les silicates et les calcaires, mais il se rencontre aussi, en masses isolées, constituant des gîtes plus ou moins puissants et susceptibles parfois d'être utilisés industriellement.

Enfin il entre dans la constitution des êtres organisés et se retrouve principalement dans les graines des végétaux et dans la charpente osseuse des animaux. Les os de l'homme, par exemple, ne renferment pas moins de 53 p. 100 de phosphate de chaux tribasique, ce qui fait environ $2^k,440$ de cette substance dans le squelette d'un adulte, auxquels viennent s'ajouter encore environ $0^k,860$ contenus dans les chairs, soit un poids total de $3^k,300$ de phosphate tribasique contenu, en moyenne, dans un corps humain. C'est dans ce fait qu'il faut chercher le point de départ de l'exploitation industrielle, au profit de l'agriculture, des gîtes de phosphate naturel. En effet, le respect que nous portons aux sépultures isole systématiquement et retire de la circulation générale une proportion de phosphate de chaux dont le chiffre précédent donne la mesure.

Or, ce phosphate est emprunté tout entier à la terre végétale d'où l'on extrait les plantes et en particulier les céréales qui ont servi d'intermédiaire à son assimilation. Il faut donc pourvoir à son remplacement par l'exploitation des gîtes spéciaux où il est accumulé.

Dans son mémoire classique de 1834, Elie de Beaumont a donné une image pittoresque de la quantité de phosphate de chaux dont le sol de la France avait été appauvri par le respect des sépultures depuis le commencement de l'ère chrétienne. En admettant, pour tenir compte des enfants, un poids total de 2 kilogr. de phosphate de chaux seulement, disparu avec chaque habitant de notre pays, et en estimant à un milliard le nombre total de ceux qui ont vécu pendant 19 siècles, il a montré, par un calcul très simple, que la quantité totale de phosphate de chaux isolé dans les sépultures pouvait être représentée par une couche de 2 mètres de puissance étalée sur un kilomètre carré, ou par une mince pellicule continue de 4 millièmes de millimètre d'épaisseur, répandue sur la surface de la France entière.

La compensation de ce déficit se fait, pendant un certain temps, à l'aide de l'acide phosphorique contenu dans la terre végétale elle-même, puis le sous-sol peut en fournir lui aussi une certaine quantité et les calcaires des formations secondaires notamment tiennent parfois jusqu'à 1 et même 2 p. 100 de phosphate de chaux[1]. Mais cette teneur est exceptionnelle et les belles études de M. E. Nivoit sur le phosphate contenu dans les terrains des Ardennes, ont montré que la proportion d'acide phosphorique disséminé dans les roches de cette région oscillait entre des limites beaucoup moindres, comme le montre le tableau suivant :

Eurite (de Leifour et Revin)	0,186 à 0,294 p. 100.
Diorite de Mayrupt	0,205 à 0,230 —
Orthose de l'eurite de Mayrupt	0,096 —
Phyllades diverses de Deville et de Fumay	0,020 à 0,122 —
Schistes dévoniens et siluriens	traces à 0,077 —
Arkose de Fépin	0,002 —
Quartzites de Deville	traces à 0,030 —
Calcaire dévonien de Givet	0,064 —

Outre que ces proportions sont faibles, il faut remarquer encore qu'en général le phosphate ainsi disséminé n'est pas assimilable par les végétaux et que, par suite, la nécessité de l'addition directe de phosphate venant du dehors s'impose comme une nécessité de la culture. Nous allons brièvement passer en revue les différentes formes sous lesquelles le phosphate de chaux se présente dans la nature, en insistant particulièrement sur un nouveau gîte de cette substance récem-

1. Cette proportion, relativement élevée, de phosphate de chaux disséminé dans les calcaires jurassiques et crétacés, explique les bons effets produits par le chaulage des terres limoneuses à l'aide de ces calcaires employés comme amendements.

ment découvert aux environs de Doullens, dans le département de la Somme.

I. — Caractères distinctifs des principaux types de gîtes de phosphate de chaux.

Comme la plupart des minéraux adventifs de l'écorce terrestre, le phosphate de chaux affecte 3 modes de gisement distincts.

Dans le premier, il est concentré dans une *couche sédimentaire* spéciale dont il forme partie intégrante; dans le second, il est disséminé au milieu de *roches éruptives;* dans le troisième, enfin, il a en quelque sorte une existence propre et constitue le remplissage exclusif ou partiel des *gîtes filoniens*.

A chacun de ces trois modes de gisement correspond une *texture* particulière pour le phosphate de chaux. Il est amorphe dans les *terrains sédimentaires* et s'y présente en masses concrétionnées ou en rognons à structure concentrique, auxquels on a donné le nom de *nodules* et que l'on a longtemps, à tort, assimilés à des coprolithes.

Dans les *roches éruptives,* le phosphate est essentiellement cristallisé sous forme d'*apatite* en cristaux, tantôt isolés, comme dans les gneiss, les micaschistes, les granits et les trachytes, tantôt groupés en masses plus ou moins considérables comme dans les amphiboles à rutile.

Dans les *filons,* ainsi que dans leurs dérivés, les *amas* et les *poches,* le phosphate de chaux affecte une forme intermédiaire et une texture cristalline à laquelle on a donné le nom de *phosphorite*.

A ces différences dans le mode de texture en correspondent d'autres non moins tranchées dans *l'assimilabilité* du phosphate par les végétaux, assimilabilité que l'on mesure pratiquement par la solubilité dans le citrate ou l'oxalate d'ammoniaque.

Les phosphates amorphes, c'est-à-dire les nodules, sont les plus attaquables, et leur solubilité varie de 30 (Ardennes, Russie) à 50 p. 100 (Auxois, Cher); l'assimilabilité des phosphorites oscille entre 13 (Cacérès) et 30 p. 100 (Quercy); enfin celle de l'apatite est à peu près nulle.

Ces chiffres, qui correspondent à des phosphates *pulvérisés* et passés au tamis 60 (la multiplication des surfaces étant nécessaire pour favoriser l'action des liquides dissolvants), montrent que les phosphates amorphes seuls et exceptionnellement les phosphorites peuvent être directement utilisés dans l'agriculture et que la plupart des phosphorites et la totalité des apatites ont besoin de subir une transformation chimique isolant l'acide phosphorique et le rendant assimilable par les végétaux.

Les trois grandes classes de gisements de phosphate de chaux ne sont pas moins nettement différenciées par la *teneur* et par l'*importance numérique* des minerais qu'ils renferment.

Les *nodules,* empâtés au milieu d'une gangue argileuse, glauconieuse,

sableuse ou calcaire, sont en général assez faciles à isoler par lavage; mais ils sont loin d'être constitués par du phosphate pur et renferment, en outre, des silicates de chaux, d'alumine et de fer. Leur teneur en phosphate tribasique oscille entre 20 et 60 p. 100, le chiffre de 36 à 40 p. 100 étant caractéristique des immenses gisements du Nord-Est de la France, de l'Angleterre et de la Russie centrale.

L'*apatite* disséminée dans les roches éruptives est au contraire un fluo-phosphate chimiquement pur [3 (3 CaO.Pho^5) + Ca (Fl.Cl)], mais il est à peu près impossible de la séparer mécaniquement du feldspath, du quartz ou de l'amphibole auxquels elle est presque toujours associée, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'elle se rencontre en masses assez considérables pour constituer des gîtes industriellement utilisables.

La *phosphorite,* enfin, est toujours intimement mélangée à une proportion variable de quartz; dans les gîtes d'incrustation franche, où la structure filonienne zonée est nettement conservée, ce quartz forme des rubannements qui alternent avec ceux de la phosphorite. Dans les amas et les poches, où l'émission filonienne a été accompagnée de phénomènes de dissolution et de substitution moléculaire, le quartz est associé en toutes proportions au phosphate de chaux et ce groupement est mélangé aux résidus de la dissolution consistant principalement en sable quartzeux et en argile ferrugineuse.

Mais quelle que soit l'allure particulière du filon, il est un phénomène qui reste constant et dont on ne saurait trop signaler l'importance industrielle : c'est *l'augmentation du quartz dans la profondeur,* et par suite, *la diminution de la teneur des minerais* à mesure que l'on s'enfonce au-dessous de la surface du sol; cet appauvrissement étant encore accéléré, dans le cas des poches, par l'augmentation, avec la profondeur, des produits stériles de la dissolution.

Quant à l'*importance numérique* des phosphates contenus dans ces trois types de gîtes elle est également susceptible d'une définition spéciale pour chacun d'eux.

Les *nodules* des gîtes en couche sont, en général, peu abondants par unité de surface et, dans beaucoup de gîtes exploités, leur proportion ne dépasse pas 30 à 40 kilogr. par mètre carré; mais, en revanche, la surface de ces gîtes est très étendue et c'est par milliers de kilomètres carrés que l'on mesure les régions où règnent ces couches phosphatisées dans les Ardennes, dans l'Auxois, dans la Caroline du Nord, et sur les rives du Volga.

Les *apatites* des roches éruptives ne constituent qu'exceptionnellement des gîtes utilisables; leur présence est toujours localisée et leur exploitation restreinte, et par suite nécessairement éphémère.

Les apatites de la Norvège, celles du Cap de Gate en Espagne et

même celles du Canada, si précieuses à cause de leur pureté et de leur teneur élevée, généralement supérieure à 70 p. 100, ne fourniront jamais qu'un appoint secondaire à la production générale.

Quant aux *phosphorites,* et surtout aux phosphorites en amas, la caractérisation de leurs gîtes est plus complexe. Les phénomènes de réaction auxquels ils doivent leur existence ayant leur maximum d'intensité dans le voisinage de la surface, c'est aux affleurements qu'ils présentent leur plus grand développement, en même temps que leur plus grande richesse. L'une et l'autre sont parfois considérables et la réunion de gîtes de cette nature dans une même région (Quercy, Nassau, Province de Cacérès) peut donner lieu à des exploitations importantes.

Mais comme tous les caractères favorables de ces gîtes s'atténuent à mesure que l'on s'enfonce, ces exploitations elles-mêmes ont une durée forcément limitée et c'est leur mise en valeur successive, plutôt que leur utilisation continue, qui fournit à la consommation les phosphates riches dont elle a besoin.

II. — Distribution des principaux gîtes de phosphate dans les 3 types fondamentaux.

A. — Gîtes sédimentaires.

A. Terrain Silurien. — Nous ne mentionnerons que pour mémoire les concrétions noduleuses intercalées dans les schistes ardoisiers d'Angers, dans des schistes du même âge qui affleurent sur les bords du Dniester dans la Podolie russe, dans les grès de Saint-Pétersbourg, et enfin dans la lumachelle des rives de la Mtsa, dans le gouvernement de Novogorod ; aucun de ces gisements ne paraît avoir une importance suffisante pour être utilisé industriellement.

B. Terrain Dévonien. — Groupe du Nassau. Un seul gisement nettement défini a été signalé dans le terrain Dévonien ; c'est celui qui constitue les gîtes du Nassau, et encore la partie réellement exploitable de ce gîte est-elle due à des phénomènes accessoires qui ont concentré les phosphates dans les terrains superficiels.

Le phosphate y est, en effet, disséminé dans un schiste argilo-siliceux, désigné sous le nom de Schaalstein, immédiatement superposé au Calcaire à Strigocéphales, et remplit également des poches irrégulières qui accident la surface de ce dernier.

Quand le schiste est en place et non remanié, le phosphate qu'il renferme est inutilisable, car sa proportion dans la masse schisteuse est trop faible et son isolement mécanique irréalisable. Mais dans les régions où les couches phosphatifères ont été altérées superficiellement et partiellement transformées en limon, les imprégnations de phosphate de chaux ont subi une espèce de concentration sur place qui les a finalement transformées en rognons de toute forme, de toute couleur et de

toute texture, disposés en lits continus, au moins dans leur ensemble, leur teneur étant comprise entre 55 et 71 p. 100. Ces concentrations, prises en grand, sont disposées en zones allongées et sensiblement parallèles, correspondant, sans doute, aux anciennes lignes de fracture par lesquelles sont sorties les sources phosphatisées qui ont imprégné le terrain schisteux.

Les mêmes sources, en pénétrant dans le calcaire à strigocéphales, ont provoqué, par place, la dissolution partielle du calcaire et ont créé des poches dans lesquelles le phosphate de chaux a été précipité sous forme de rognons irrégulièrement disséminés au milieu des sables et des argiles ferrugineuses formant le résidu de la dissolution des calcaires. Ce sont ces poches qui ont été découvertes les premières et leur exploitation fructueuse n'a pas duré moins d'une vingtaine d'années. Elles sont aujourd'hui à peu près épuisées et les efforts de l'exploitation se sont portés sur les rognons disséminés dans les limons provenant du remaniement des argiles schisteuses, et dont la masse totale se chiffre par centaines de mille tonnes.

C. Terrain houiller. — Le phosphate de chaux se présente dans le terrain houiller, tantôt sous forme de nodules ou de rognons terreux, généralement substitués ou associés à la sphérosidérite, comme dans les argiles et les schistes argileux de Fins (Allier), où sa teneur atteint 57 p. 100 environ, tantôt sous forme d'imprégnation dans les calcaires bitumineux qui en renferment de 3 à 7 p. 100.

Les nodules se retrouvent encore dans les argiles schisteuses noires du bassin de la Ruhr, à la partie supérieure du grès houiller du Var (Bastide-Bozain), et au milieu des argiles à limonite qui surmontent le calcaire carbonifère de la Belgique.

D. Terrain Permo-Triasique. — On a signalé des nodules dans les argiles rougeâtres du Var, qui sont les représentants du terrain permien supérieur et dans les marnes gypseuses de Draguignan qui sont rapportées au Muschelkalk.

E. Terrain jurassique. — Au nord du promontoire granitique que forme le Morvan, s'étend une bande de calcaires et de marnes constituant l'étage du lias inférieur que les érosions diluviennes ont mis à nu. Le phosphate de chaux, primitivement répandu dans le terrain, a été concentré à la base des limons dus au remaniement, par un phénomène analogue à celui que nous avons décrit pour les gîtes du Nassau. La zone phosphatifère correspond sensiblement à celle du calcaire à *Ammonites Bucklandi*. Elle comprend, dans les environs de Semur et d'Avallon, une surface de 8,000 hectares, dont une partie seulement peut être utilisée industriellement et correspond à un total d'environ 1 million de tonnes. La teneur des nodules, généralement tufacés et

concrétionnés, varie de 55 à 65 p. 100. Le rendement moyen est de 30 à 40 kilogr. par mètre carré et la couche présente une épaisseur variable de 10 à 60 centimètres.

L'exploitation se fait à ciel ouvert par des tranchées traversant les limons, mais ne dépassant pas, en général, 3 mètres de profondeur.

F. Terrain crétacé. — Le phosphate de chaux est très abondant dans le terrain crétacé, où on le rencontre presque à tous les étages de cette formation et il s'y présente principalement sous la forme de nodules.

On l'a signalé dans les marnes du *Néocomien inférieur* de Monte-Reale (Portugal) et du comté de Sussex (Angleterre).

Nous devons également mentionner les nodules de phosphate de fer hydraté, renfermant 16 p. 100 d'acide phosphorique, trouvés dans les sables à lignite du *Néocomien* de Fouchères (Aube).

Mais l'étage le plus riche en phosphate est certainement l'*Albien* qui comprend, en France : à sa partie inférieure, les *sables verts* d'Élie de Beaumont, et au sommet le *gault* et la *gaize,* qui affleurent sur la presque totalité du pourtour du bassin de Paris, et principalement sur son bord oriental, dans les Ardennes et dans l'Argonne.

Les nodules ou *coquins* que renferment les sables verts ont jusqu'à 8 centimètres de diamètre et se présentent en couches de 20 à 30 centimètres d'épaisseur. Leur teneur varie de 35 à 40 p. 100 et le rendement est en moyenne de 150 kilogr. par mètre carré.

Le *gault* des environs de Bellegarde (Ain) fournit encore des nodules de phosphate de chaux formés principalement de moules de fossiles phosphatisés. Les couches, très variables, ont de 40 à 80 centimètres d'épaisseur et la teneur varie de 50 à 70 p. 100.

Enfin, la couche de *gaize* qui surmonte le gault dans l'Est de la France, renferme des nodules d'une teneur plus élevée (50 à 60 p. 100), mais disséminés sur une épaisseur moindre (10 à 20 centimètres).

Hors de France, l'étage albien renferme des gisements considérables de phosphate de chaux, surtout en Angleterre et en Russie.

Dans les comtés de Suffolk et de Norfolk, on peut suivre les affleurements des argiles à nodules sur une quarantaine de kilomètres carrés.

En Russie, une bande immense, qui s'étend d'Orel jusqu'à Voronej, en passant par Kharkhov, puis longe le Volga jusqu'à Saratov, est couverte de limons noirs d'une extrême fertilité, qui renferment des nodules de phosphate de chaux (*Samaroda*). On n'évalue pas à moins de 20 millions d'hectares cette vaste étendue, dont la richesse varie de 300 à 1 200 tonnes de phosphate de chaux par hectare. La teneur des nodules, en général peu élevée, oscille entre 30 à 55 p. 100. Sur les seules rives du Don, les nodules répartis dans plusieurs couches, s'éten-

dent sur une surface de 6 millions d'hectares, avec une teneur moyenne de 40 p. 100.

Dans le nord de la France, les assises inférieures de la craie sont extrêmement amincies ; elles se réduisent à une couche d'argile glauconieuse, surmontant parfois un conglomérat (torrent d'Anzin), à laquelle on a donné le nom de *Tourtia,* et qui est le représentant du gault, de la gaize et du cénomanien. Il renferme un lit irrégulier de nodules à teneur assez élevée (40 à 50 p. 100), qui est accidentellement utilisé dans le voisinage de ses affleurements.

Nous ne mentionnerons que pour mémoire une petite couche de nodules noirs et brillants, située à la partie inférieure du *cénomanien* dans la bordure orientale du bassin parisien et développée notamment à l'ouest de l'Argonne. Sa puissance est toujours faible (15 à 20 centimètres seulement), mais elle est quelquefois utilisée à ses affleurements à cause de la pureté plus grande de ses nodules dont la teneur oscille entre 50 et 55 p. 100.

Turonien. — La craie turonienne ne renferme que rarement les phosphates à l'état de nodules isolés ; mais elle est phosphatifère dans son ensemble, et la plupart des couches crayeuses à *Inoceramus labiatus* renferment, dans le nord de la France, une proportion de phosphate de chaux qui va jusqu'à 2 et même 3 p. 100. Exceptionnellement, ce phosphate est concentré en tubercules grisâtres légèrement chlorités, sans contours précis, disséminés au milieu de la craie. Ces tubercules ont reçu le nom de *Tuns;* leur teneur varie de 5 à 10 p. 100, elle s'élève, en moyenne, de 8 p. 100 aux environs de Bouvines et d'Anaples où ils servent d'amendements.

Sénonien. — Dans les couches de la craie supérieure du bassin parisien, le phosphate de chaux affecte une forme entièrement différente de celles que nous avons signalées jusqu'ici. Il se présente en grains et en paillettes brunâtres, de très petites dimensions, répandus au milieu de la masse crayeuse, ces grains étant concentrés principalement dans deux niveaux distincts, situés, l'un à la base, l'autre au sommet de la craie blanche à *Belemnites.*

Les couches, ainsi imprégnées, se distinguent par une teinte chamois clair et elles ont été signalées à plusieurs reprises par les géologues sous le nom de craie piquetée, sans que l'on soupçonnât d'abord la nature des petits grains. L'étendue de ces imprégnations est encore mal connue, mais il est probable qu'elles règnent sur de grandes surfaces. La teneur en phosphate de chaux de la craie phosphatifère, très irrégulière en tout état de cause, n'a encore été l'objet d'aucune étude d'ensemble. Certains échantillons isolés ont donné à l'analyse jusqu'à 25 et

même 30 p. 100 de phosphate de chaux, mais ce sont certainement là des exceptions et la richesse moyenne doit être beaucoup moindre.

Telle quelle, cette craie piquetée n'est généralement utilisable qu'après une préparation mécanique difficile à réaliser en grand ; mais elle a été localement effectuée par la nature et les petits grains accumulés sont devenus directement exploitables, grâce à des phénomènes de remaniement sur place et de ravinement qui ont affecté à plusieurs reprises le bassin parisien.

Un premier ravinement, correspondant sans doute au bombement de l'Artois, a fait affleurer la craie piquetée dans diverses localités des départements de la Somme et de l'Oise. En certains endroits privilégiés, le ravinement s'est arrêté exactement ou à peu près exactement à la couche phosphatifère qu'il a délayée et dont les petits grains, réfractaires au délayage qui emportait la craie, ont pu s'accumuler sous forme de sable phosphaté d'une pureté presque parfaite, dans les poches produites par le ravinement.

Le phénomène s'est d'ailleurs compliqué par la suite. C'est, en effet, dans les mêmes ravinements que se sont déposés, peu de temps après, les glaises, sables et grès de l'*argile plastique,* puis les sables nummulitiques et même, dans certaines régions spéciales, les autres termes de la série éocène. L'argile à silex et finalement le limon, ont ensuite recouvert toute la région d'un manteau uniforme et continu. Les ravinements post-crétacés seraient donc rarement visibles aujourd'hui, si les phénomènes diluviens n'avaient enfin façonné le plateau légèrement ondulé, qui régnait dans le nord de la France à la fin de la période miocène, pour donner au sol son orographie actuelle et y creuser les vallées de l'Oise, de la Somme et de leurs divers affluents. C'est sur le flanc de ces vallées ou sur les plateaux bas, partiellement délavés, que l'on peut alors trouver les restes du ravinement éocène et découvrir les poches auxquelles ce ravinement a donné naissance et qui sont principalement remplies par les matériaux de l'argile plastique et exceptionnellement par les sables phosphatés.

Ce sont ces poches qui fournissent tous les sables de construction du nord de la France et, pendant de longues années, les sables phosphatés de quelques-unes d'entre elles ont servi au même usage [1]. C'est depuis quelques mois seulement que l'on a rendu ces matières si précieuses à leur véritable destination.

Le gîte principal est situé aux environs de Beauval, près Doullens (Somme), et se compose d'une série de poches dans lesquelles le sable

1. Il est juste de mentionner, toutefois, que la véritable nature de ces sables et même la possibilité de leur utilisation ont été signalées, il y a près de 20 ans déjà, par M. Buteux, et un peu plus tard par M. N. de Mercey, qui les ont marqués sur leurs cartes et décrits dans leurs publications MM. Poncin et Merle ont pris récemment l'initiative de leur mise en valeur.

phosphaté est accumulé avec une pureté plus ou moins grande, renfermant encore, comme traces de son origine première, de nombreux débris fossiles de la craie à *Belemnitella quadrata*. Par places, la craie phosphatifère est encore intacte, notamment dans le village même dont elle supporte une partie des constructions.

Les analyses que nous avons eu l'occasion de faire exécuter sur des échantillons de craie piquetée, pris en place dans l'escarpement du village, et sur les sables que nous avons recueillis lors de notre visite au mois de juillet dernier, nous ont donné : pour la craie phosphatifère, une teneur de 20 à 23 p. 100 et, pour les sables, des teneurs variables de 60 à 75 p. 100 de phosphate de chaux. Un cubage, fait à l'aide de nombreux sondages exécutés sur l'unique poche connue à cette époque, a donné un minimum de 100,000 à 120,000 tonnes; mais les recherches minutieuses entreprises depuis lors ont, paraît-il, permis d'augmenter sensiblement ce chiffre qui doit être plus que triplé aujourd'hui. Quel qu'il soit, ce tonnage ne représente évidemment pas la totalité de la richesse phosphatée de la région; déjà une nouvelle poche contenant des sables phosphatés, un peu moins riches, il est vrai, mais d'une importance comparable aux précédents, a été découverte à Orgeval (Somme) et plus récemment la craie phosphatifère a été signalée aux environs de Breteuil (Oise). Mais ces gisements ne sont sans doute pas les seuls, et c'est aux géologues et aux ingénieurs qu'il appartient d'étudier les restes de la formation crayeuse à *Belemnitella quadrata* respectés par les érosions diluviennes sur le plateau de l'Artois.

Les phénomènes que nous venons de signaler dans l'Artois se sont reproduits avec quelques légères variantes à Ciply, aux environs de Mons, dans les couches à *Belemnites mucronatus*, les plus élevées de la craie sénonienne. Ces couches sont, elles aussi, imprégnées de phosphate de chaux sous forme de paillettes brunes et de petits grains, donnant naissance à une craie mouchetée qui porte dans le pays le nom de *craie brune*, désignation universellement adoptée aujourd'hui pour toute la craie phosphatifère. Mais la complication géologique est un peu plus grande aux environs de Mons que dans la Somme, en ce sens, que la *craie sénonienne* y a subi un léger mouvement d'ondulation antérieurement au dépôt de la *craie danienne*, qui la surmonte en stratification discordante et sous laquelle ses assises supérieures phosphatifères se terminent en biseau.

L'ensemble des terrains crétacés a, d'ailleurs, été soumis dans cette région, comme dans tout le bassin parisien, à l'action du phénomène de ravinement que nous avons décrit il y a un instant, si bien que la craie danienne n'existe plus qu'à l'état de lambeaux isolés et que la craie sénonienne elle-même est profondément et irrégulièrement en-

tamée. La puissance de la couche phosphatifère est de 8 mètres; on ne la connaît jusqu'à présent, à l'état intact, qu'aux environs de Ciply, où elle affleure en plongeant sous un lambeau discordant de danien, lui-même recouvert par les assises de l'éocène inférieur.

Cette craie phosphatée est à une teneur qui oscille de 23 à 28 p. 100; un léger enrichissement étant toujours observé à la partie inférieure de la couche, en même temps que quelques agglomérations de matières phosphatées généralement recouvertes d'un enduit de phosphorite pure.

A cet état, la craie phosphatée n'est pas utilisable industriellement, mais son extrême friabilité permet de lui faire subir, sans trop de frais, un enrichissement plus ou moins considérable.

Le procédé le plus simple consiste à soumettre la craie pulvérisée à un courant d'air ascendant assez énergique pour enlever la farine crayeuse et laisser cependant retomber les grains phosphatés. Ces derniers arrivent ainsi à une teneur moyenne voisine de 50 p. 100.

Pour réaliser des teneurs plus élevées, on est obligé d'avoir recours à une légère calcination suivie d'un lavage à l'eau dans des appareils de préparation mécanique. Ce procédé est plus coûteux que le précédent, mais il donne lieu, en revanche, à des pertes moindres et permet de réaliser des teneurs de 50 à 60 p. 100.

La surface occupée par les lambeaux demeurés intacts de ces deux niveaux de craie phosphatifère, situés à la base et au sommet du *sénonien,* se chiffre par milliers d'hectares; c'est donc par millions de tonnes que se comptent les minerais phosphatés qu'ils renferment. Lorsque l'on aura réussi, soit à utiliser la *craie brune,* telle quelle, après pulvérisation, pour une sorte de marnage phosphatifère des limons du Nord de la France, soit à l'enrichir *industriellement,* elle constituera une des sources de phosphate de chaux les plus importantes de l'Europe occidentale. Dès aujourd'hui, les poches où cet enrichissement a été opéré par la nature fournissent un appoint sérieux au stock des phosphates riches annuellement absorbés par l'agriculture.

Terrains tertiaires. — Les terrains tertiaires ne renferment qu'exceptionnellement des gisements de phosphate de chaux faisant partie intégrante des couches, les venues hydrothermales phosphatées de cette période, venues qui sont abondantes, surtout à l'époque sidérolithique (post-pyrénéenne) ayant conservé le caractère éruptif et se présentant principalement sous forme de filons ou d'amas dont nous parlerons dans un instant. Nous ne citerons donc que pour mémoire l'existence du phosphate de chaux dans quelques-uns des termes de la série tertiaire où sa présence paraît d'ailleurs avoir une origine organique.

Ainsi l'on a signalé le phosphate de chaux dans certaines argiles fossilifères de l'*Éocène inférieur* (argile plastique d'Auteuil, Fishbed

d'Ashley), dans le *Crag miocène* de Lutton (Suffolk, Angleterre) où sa proportion atteint 50 et même 57 p. 100, dans les *Faluns miocènes* de la Gironde, enfin dans le *Crag pliocène* du Cotentin, où sa présence est intimement liée à celle d'innombrables débris de coquilles.

Terrain quaternaire. — Il n'existe pas à proprement parler de gisement de phosphate de chaux dans le terrain quaternaire ; mais ce dernier, qui est essentiellement formé, comme on sait, par les produits de remaniement des terrains antérieurs, peut renfermer accidentellement les produits du lavage de couches riches en phosphate et notamment de nodules crétacés.

C'est le cas des alluvions de Charleston (Caroline du Sud, États-Unis) dont l'exploitation a pris une importance considérable dans l'industrie des phosphates et qui sont annuellement transportés en Europe en quantités variables de 150,000 à 200,000 tonnes, plus de la moitié de ce tonnage étant absorbée par l'Angleterre, pour y être transformés en superphosphates. Aussi ces nodules ont-ils servi pendant plusieurs années de régulateurs du marché des phosphates, et leur teneur moyenne, 60 p. 100, a-t-elle été prise pendant longtemps comme point de départ de l'échelle de la valeur commerciale des minerais phosphatés.

B. — Gîtes éruptifs.

Bien que le phosphate de chaux soit répandu à l'état de cristaux isolés et souvent microscopiques dans un nombre considérable de roches et notamment dans les granits et les trachytes, il ne s'y trouve que rarement à un état de concentration suffisante pour être utilisé industriellement.

Aussi ne citerons-nous que pour mémoire : les *granits* de Bretagne, où sa présence, indirectement démontrée par l'analyse des cendres des lichens qui poussent sur ces roches, n'a été définitivement constatée que par le microscope ; ceux de Pargas, en Finlande, où les cristaux d'apatite disséminés sont visibles à l'œil nu ; les *gneiss* du Zillerthal, en Bohême, et ceux du versant Est de l'Oural, enfin certaines *roches dioritiques* des Ardennes où la dissémination du phosphate est telle qu'il n'a été révélé que par les analyses chimiques de M. E. Nivoit.

Le seul exemple de roches anciennes, où le phosphate se soit présenté en masses suffisantes pour être exploité avec succès, est l'*amphibolite* qui forme, sur la côte Sud-Ouest de la Norvège, de puissants filons dont le remplissage principal est composé d'amphibole en gros cristaux, d'apatite, de rutile et d'ilménite (Fer titané), et dont l'apparition a suivi celle des grands gîtes filoniens de fer oxydulé de la côte d'Arendal.

Les principaux filons d'amphibolite sont situés aux environs de Krageroë, de Buoë et d'Oddegaarden. Ils ont souvent la structure bréchi-

forme et, dans ce cas, c'est l'apatite qui forme le lien entre les fragments d'amphibole et les mouches ou cristaux de rutile et d'ilménite. Il est malheureusement difficile d'isoler, par voie mécanique, l'apatite d'avec les minéraux qui l'entourent ; aussi l'exploitation de ces gîtes n'est-elle guère possible que lorsque les divers minéraux constitutifs sont de dimensions assez grandes pour pouvoir être séparés les uns des autres par un simple triage à la main. En revanche, on obtient alors des produits extrêmement purs qui forment un appoint sérieux, mais toujours limité, dans l'approvisionnement des phosphates riches.

Nous ne connaissons l'apatite ni isolée, ni disséminée dans les roches compactes de la série porphyrique, et cette pauvreté s'explique peut-être par l'abondance avec laquelle le phosphate de chaux se présente dans les roches stratifiées des périodes jurassique et crétacée. En revanche, nous retrouvons un dernier gîte d'apatite dans les *trachytes tufacés* du cap de Gate qui forme la pointe Sud-Est de l'Espagne et notamment dans la petite colline de Jumillo. Le phosphate de chaux y est à l'état de cristaux d'apatite vert-clair, irrégulièrement disséminés au milieu de la pâte feldspathique rouge du tuf. Ce dernier a une teneur en phosphate qui varie de 7 à 30 p. 100 et sa décomposition, sous l'influence des agents atmosphériques, est assez rapide pour que l'apatite puisse en être isolée d'une façon plus ou moins complète.

C. — Gîtes filoniens.

Les gîtes filoniens de phosphate de chaux sont assez abondants. Ils se divisent nettement en deux classes distinctes, suivant que les roches encaissantes, traversées par ces filons, sont ou non perméables et susceptibles d'être attaquées par les eaux filoniennes chargées d'un excès d'acide carbonique favorisant la dissolution des phosphates et provoquant, au contraire, leur précipitation par son dégagement ou son action sur les carbonates calcaires.

Les deux types de filons ont un caractère commun, la présence simultanée du quartz et du phosphate de chaux dans le remplissage, l'importance du quartz allant toujours, et sans exception connue, en augmentant avec la profondeur, si bien que les filons présentent leur maximum de richesse dans le voisinage des affleurements.

Dans les filons à épontes imperméables, cet appauvrissement est graduel et paraît d'autant plus rapide que la fissure est plus étroite. Dans les filons qui ont traversé des roches perméables ou solubles dans l'acide carbonique, c'est-à-dire dans les roches calcaires, les phénomènes sont plus complexes, les eaux filoniennes acides ayant plus ou moins dissous ces calcaires et y ayant creusé des excavations irrégulières, *des poches*, dont le remplissage a reçu le nom d'*amas*.

Ces poches se sont naturellement formées aux points où la dissolution était la plus facile, c'est-à-dire, en particulier, là où la roche calcaire était affectée de fissures provenant de dislocations antérieures, ou encore au contact des couches calcaires et des couches schisteuses, redressées les unes et les autres par un soulèvement antérieur à la venue du filon. La surface de séparation est, dans ce cas, une surface de moindre résistance, le long de laquelle les filons présentent toujours des épanouissements irréguliers, transversaux à la direction de la fracture et à la masse principale du filon.

Ces phénomènes de dissolution sont essentiellement liés au voisinage de la surface. Il s'ensuit qu'ils perdent rapidement leur intensité à mesure que l'on s'enfonce et qu'ils disparaissent complètement à une certaine profondeur. Les poches sont donc toujours limitées et leur remplissage est extrêmement complexe. Tantôt le phosphate s'est concentré à l'état cristallin autour de petits grains de matière insoluble formant noyaux et a constitué des rognons de toute dimension ; tantôt il s'est précipité sur la paroi de l'excavation, comme un enduit dont les feuillets successifs, correspondant aux différentes phases du phénomène, affectent la structure zonée ou agathisée et qui, se détachant accidentellement de la paroi qui continuait à se corroder, retombe alors parfois, à l'état fragmentaire, dans l'intérieur de la poche.

Enfin, cette poche renferme encore tous les petits grains de phosphate et de quartz provenant de la précipitation individuelle de ces corps, et tous les résidus de la dissolution des calcaires, c'est-à-dire la silice, l'argile et l'oxyde de fer. Ces résidus empâtent les fragments phosphatés et prennent une importance croissante avec la profondeur. Le remplissage des poches va donc, comme celui des filons, en s'appauvrissant à mesure que l'on s'enfonce et le mélange que nous venons de décrire, connu sous le nom de *terre phosphatée,* y prend au contraire une importance croissante.

Les régions dans lesquelles ces divers phénomènes se sont produits sont assez nombreuses, mais nous ne mentionnerons ici que les filons types du Canada, de l'Estramadure et les amas classiques du Quercy dans le midi de la France.

A. Canada. — Les gîtes du Canada forment la transition entre les gîtes éruptifs et les filons proprement dits. Ils sont formés par de l'*apatite* disséminée au milieu de *Pyroxène* et de *Calcite,* et remplissant un réseau complexe et irrégulier de fractures dans les *gneiss* et les *schistes laurenticus.* Ces gîtes sont limités, en extension comme en profondeur, mais ils sont assez nombreux pour que leur exploitation puisse fournir un appoint régulier de 20 000 à 25 000 tonnes de phosphates à 75 p. 100, principalement exportés en Angleterre.

B. Estramadure. — Les gîtes de l'Estramadure sont des filons proprement dits, dont les deux types ont pour représentants principaux les gîtes de Logrosan et de Cacérès.

Le gîte de *Logrosan* est constitué par quatre filons grossièrement parallèles dans leur ensemble et recoupant un terrain formé de schistes amphiboliques redressés par le massif de granit ancien qui forme la colline de San-Christoval. Les filons pénètrent dans ce granit, mais s'y amincissent rapidement et leur remplissage y devient entièrement quartzeux. Dans le voisinage du contact entre le granit et les schistes, ces derniers, dont le fendillement était extrême, se sont imprégnés sur une certaine largeur, si bien que leur teneur en phosphate s'élève parfois jusqu'à 10 p. 100.

Les filons sont orientés en moyenne au Nord-Est. L'un d'eux, celui de la Costannaza, a seul été utilisé industriellement. Son remplissage présente une structure zonée alternativement composée de lamelles cristallines de phosphorite et de petits cristaux de quartz ; ces derniers vont en augmentant avec la profondeur, si bien qu'à 30 mètres à peine de la surface, la teneur moyenne, qui était supérieure à 65 p. 100 aux affleurements, est descendue au-dessous de 50 p. 100, ce qui rend toute la partie profonde du gîte provisoirement inexploitable.

Nous devons mentionner encore, dans la même région, les veines de phosphate répandues dans les granits de Malpartida et de Zarza la Mayor, à la frontière du Portugal et celles qui recoupent le calcaire carbonifère des Castillos de Belmez et d'Almorchon, de la Sierra de Palacios, etc., qui ont fourni et fournissent encore accidentellement des phosphorites d'une grande pureté, mais toujours en quantités insignifiantes.

Le gîte de *Cacérès* se compose de 4 filons principaux qui recoupent un système de schistes argilo-micacés surmontés par un calcaire légèrement cristallin, azoïque, qui paraît former une cuvette fermée au milieu du système schisteux et que les géologues espagnols considèrent comme dévonien. Les filons (Esmeralda, San-Salvador, San-Eugenio et Abundancia), sont orientés au Nord-Est comme ceux de Logrosan et leur remplissage est également formé de phosphorite très cristalline, passant parfois à l'apatite dans les géodes, et de quartz qui, comme toujours, va en augmentant avec la profondeur.

Ces filons présentent au plus haut degré les phénomènes d'élargissement accidentel et d'épanouissement le long de la surface des schistes dus à la dissolution des calcaires dans les eaux filoniennes. Grâce à ces épanouissements, l'appauvrissement en acide phosphorique a été beaucoup moins sensible qu'à Logrosan, en même temps que la puissance des gîtes a mieux persisté dans la profondeur. L'exploitation est des-

cendue jusqu'à 105 mètres de la surface dans le filon de San-Salvador, sans avoir constaté de diminution notable dans la section de l'épanouissement de contact, et des profondeurs similaires ont été atteintes à Esmeralda et à San-Eugénio. Bien que ce gîte ait été exploité activement pendant une dizaine d'années et qu'il ait fourni plus de 300000 t. de phosphate à teneur élevée, il présente encore des ressources comparables aux précédentes et qui, malgré leur richesse moindre, sont susceptibles d'être utilisées grâce à une transformation chimique sur place.

C. Quercy. — Le type des gîtes de phosphate en poches se trouve dans la région qui est désignée sous le nom de *Quercy* et qui est située aux confins des départements du Lot, du Tarn-et-Garonne et du Lot-et-Garonne. Le sol est constitué par des calcaires compacts et quelquefois spathisés appartenant au terrain oxfordien et à la grande oolithe, accidentellement surmontés de quelques lambeaux d'un calcaire tertiaire lacustre, rattaché à l'étage du calcaire de Beauce (Bache).

Les phosphates remplissent dans ces calcaires des cavités irrégulières de toute forme et de toute dimension, depuis les petites poches qui renferment à peine quelques centaines de tonnes, jusqu'aux excavations colossales de Palembert, Haut-Raynal, Cajarre, etc..., où des milliers de tonnes accumulées ont pu être utilisées industriellement.

Malgré l'irrégularité de ces gisements on constate cependant qu'ils se groupent autour d'un nombre très petit de directions qui sont caractérisées, tantôt par l'axe de figure de la poche, c'est-à-dire par la direction individuelle de la fracture, tantôt par des lignes d'une plus grande étendue, reliant un certain nombre de poches entre elles.

Nous citerons notamment les directions suivantes : N. 15° E., qui relie les exploitations de Haut-Raynal, Pendaré, Saillac, Mas-Merlin et Cajarre; N. 98° E., plutôt locale et nettement accusée dans les exploitations de Palembert, Mouillac et Salles-Courattier et dans la grande falaise des rochers d'Anglars, faille profonde au pied de laquelle coule l'Aveyron, près de Saint-Antonin; enfin N. 5 à 10° O., visible au-dessus de Caylux, à Mas-Merlin, Palembert, Taberly et près de Villeneuve (Aveyron).

Dans toutes ces exploitations, le phosphate de chaux se présente sous les divers aspects caractéristiques du remplissage des poches : plaquettes et rognons agathisés, enduits feuilletés sur les parois, petits rognons et grains disséminés au milieu d'argiles silico-ferrugineuses dont l'importance va croissant à partir de la surface. Tous les remplissages se sont graduellement appauvris dans la profondeur et toutes les excavations se sont arrêtées à une faible distance du jour, à une quarantaine de mètres au plus, tantôt brusquement, laissant à peine un petit filet de phosphate visible sur la paroi inférieure, tantôt graduellement, mais se terminant toujours par un mince filet inutilisable.

De si vastes excavations ont exigé pour leur formation de longues périodes dont la durée est attestée par la présence des restes fossiles, disséminés au milieu du minerai, et qui appartiennent principalement à des mammifères terrestres, tels que : le *Paleotherium* et l'*Anoplotherium* dont l'existence remonte à la fin de la période éocène, l'*Anthracotherium magnum,* le *Paleoplotherium medium,* le *Xiphodon gracile,* caractéristiques de la fin de l'époque éocène et du miocène inférieur, enfin l'*Amphicyon* et le *Rhinoceros* qui n'ont été signalés jusqu'ici qu'à l'époque pliocène.

L'exploitation des gîtes du Quercy a eu son maximum d'intensité de 1875 à 1880 où elle a dépassé annuellement une cinquantaine de mille tonnes. Elle s'est ralentie graduellement depuis cette époque, les grands amas ayant été promptement vidés et l'exploitation des poches plus petites, ainsi que celle des terres phosphatées pauvres n'étant plus rémunératrice dans l'état actuel de l'industrie des phosphates.

CONCLUSION.

La description rapide, que nous venons de faire, nous permet de préciser l'indication que nous avons donnée en commençant sur l'importance prépondérante des gîtes sédimentaires de phosphate de chaux.

Les *gîtes éruptifs* ou *filoniens* présentent un ensemble de ressources qui est d'autant plus limité que chacun d'eux subit à la fois un amoindrissement et un appauvrissement dans la profondeur. Aussi la totalité des ressources que l'on peut espérer trouver dans les gîtes de cette nature, actuellement connus, est-elle de 1 à 2 millions de tonnes, correspondant à la consommation agricole de 4 à 5 années au plus. Ces gîtes n'exerceraient donc qu'une influence insignifiante sur le marché des phosphates, si leurs minerais n'avaient une richesse moyenne bien supérieure et une pureté plus grande que celle des gîtes sédimentaires.

Les *gîtes sédimentaires,* au contraire, contiennent des réserves de matières phosphatées dont le tonnage dépasse les prévisions industrielles et commerciales de notre époque. Le seul grand niveau de l'Albien (gaize, gault et sables verts), qui règne en France (superficiellement ou souterrainement) sur près d'un demi-million d'hectares, et qui occupe, en Angleterre et en Russie, une surface 20 fois plus considérable, contient, en admettant un rendement de 100 kilogr. par mètre carré, plus d'un milliard de tonnes.

Les deux niveaux de la craie sénonienne apportent au chiffre précédent un appoint de plusieurs millions de tonnes de phosphates de moindre teneur, mais accompagnés localement par quelques centaines de mille tonnes de phosphates, d'une richesse comparable à celle des apatites et des phosphorites filoniennes.

Quel que soit le coefficient de réduction que les restrictions imposées par la propriété superficielle apportent à ce chiffre, on voit qu'il est suffisant pour faire face à toutes les exigences de l'agriculture pendant une longue série de siècles et que c'est, en définitive, aux gîtes de ces niveaux géologiques qu'est réservée la mission d'assurer la prospérité des exploitations agricoles de l'Europe.

M. le Dr FAUVELLE

A Paris.

LIMITE DU BASSIN PARISIEN SUR LE TERRITOIRE DE LA COMMUNE D'HIRSON (AISNE). SPONGIAIRES DU GRÈS VERT

— *Séance du 16 août 1886.* —

Hirson, chef-lieu de canton du département de l'Aisne, arrondissement de Vervins, est situé à 10 kilomètres de la frontière belge, à laquelle son territoire confine. On y trouve réunis les terrains de sédiment les plus anciens du sol français et une série d'étages de la période secondaire. De récents travaux de terrassement, nécessités par la construction d'un fort et la création de cinq lignes de chemins de fer, m'ont permis d'étudier toutes ces formations et spécialement l'étage du Gault, représenté par des sables verts dans lesquels j'ai découvert une série de spongiaires siliceux, fort intéressante à mon avis. Mais avant de les présenter à la section, il me paraît utile d'exposer en quelques mots comment on doit comprendre la constitution géologique de la région et la production successive des terrains.

A la fin des temps primaires, la partie française du bassin anglo-parisien était bornée par le massif breton, le plateau central avec son prolongement du Morvan, les Vosges et enfin la ligne des Ardennes. Cette dernière limite était toute récente et avait dû être formée durant la période permo-carbonifère, par un soulèvement plus ou moins étendu du bassin, auquel succéda un abaissement considérable qui produisit cette immense cuve que remplirent successivement les dépôts secondaires et tertiaires à commencer par le trias dont le caractère tourmenté indique bien l'agitation qui suit le retour des eaux sur un terrain émergé depuis longtemps.

Les terrains primaires ainsi redressés s'étendaient approximative-

ment depuis Arlon, dans le Luxembourg belge, jusqu'au cap Gris-Nez. Cette espèce de muraille devait être relativement à pic, si on la compare aux pentes douces du versant occidental des Vosges, sur lesquelles on voit successivement s'étager les terrains secondaires et tertiaires. En effet, les dépôts triasiques se sont engloutis à ses pieds à partir d'Arlon ; il en a été de même du lias en approchant d'Hirson.

Mais ce mur gigantesque, composé de schistes argileux, friables, entremêlés seulement de couches minces de quartzite, ne présentait pas de résistance sérieuse à l'action dissolvante des agents atmosphériques ; aussi toute sa partie occidentale a-t-elle disparu de la superficie, trahie seulement par la ligne de collines qui limitent au sud les bassins de l'Escaut et de la Sambre. Des sondages ont permis d'en reconnaître la présence. Dans la Flandre et le Hainaut elle est recouverte par le Cénomanien qui affecte la forme d'un poudingue glauconieux à galets de quartz, connu dans le pays sous le nom de tourtia. Cette espèce de falaise ne reparaît qu'à Hirson où elle forme un promontoire qui termine une presqu'île de terrains primaires dont la base est à l'Eifel. Mais si elle a résisté tout le long de la ligne des Ardennes, elle a singulièrement perdu de son élévation, comme nous le verrons plus loin.

Le soulèvement ayant eu lieu du sud au nord, la partie la plus ancienne se trouve en bordure. D'Archiac, puis MM. Gosselet et Malaise ont cru pouvoir la rattacher au système cambrien ; mais cette opinion est encore discutée. Elle est formée de schistes phylladiens, très fins, satinés, souillés par de l'oxyde de fer hydraté, zonés de brun et de gris rose, ou gris bleuâtre en passant à l'ardoise. Ces schistes alternent avec des lits de quartzite ou des filons de quartz laiteux plus ou moins brisés. Certaines parties sont contournées sous forme de M ou de A. Leur surface déchiquetée est recouverte d'une terre végétale très argileuse, dont la couleur montre bien qu'elle est formée par la désagrégation de la roche. Toute cette zone est recouverte par la forêt, dite de Saint-Michel. L'Oise, partie de Maquenoise (Belgique), s'y est creusé un lit très accidenté, et de nombreux ravins collatéraux lui amènent une foule de ruisseaux qui, durant les grandes pluies, grossissent brusquement son volume.

Sur les territoires de Saint-Michel et d'Hirson, au pied de ces escarpements primaires, coule de l'est à l'ouest le Gland, qui prend sa source près de Rocroy et se jette dans l'Oise à Hirson même. Le fond de son lit est formé par la roche schisteuse, mais le versant opposé est formé par le terrain secondaire. Au fond de la vallée, à gauche, à une faible profondeur, on trouve les marnes supérieures du lias avec *Belemnites paxillosus ;* elles se montrent même à nu dans quelques dépressions du sol et s'appuient directement sur les schistes. Il devait en être de

même des couches jurassiques et crétacées avant que les condensations atmosphériques aient creusé la vallée du Gland.

En remontant les pentes de la rive gauche de cette rivière, on rencontre deux couches oolithiques distinctes. La première correspond à l'oolithe inférieure et repose sur les marnes liasiques, elle est caractérisée par l'*Avicula echinata* qui forme des bancs entiers plus ou moins désagrégés. La seconde abonde en granulations oolithiques : c'est l'oolithe miliaire de d'Archiac. On s'en sert comme amendement sous le nom de *castine*. On y rencontre de nombreux polypiers, des Patelles, des Nérinées ; mais la détermination en est difficile, parce que ces fossiles sont enrobés de calcaire, comme les débris organiques qui forment les granulations miliaires.

A deux ou trois kilomètres plus au sud, sur les rives du Thon qui coule parallèlement au Gland, on rencontre du calcaire marneux avec oolithes, qui correspond, suivant d'Archiac, aux couches supérieures du Bradfortien ; le reste du jurassique, depuis le Callovien jusqu'au Purbeckien, fait complètement défaut. La mer s'est donc retirée. Il s'en est suivi une période continentale qu'aucun fossile ne nous permet de caractériser, mais durant laquelle les couches oolithiques ont été ravinées, comme il est facile de le constater en divers endroits ; elle a duré jusqu'à l'époque du Gault.

La mer oolithique avait été arrêtée par la falaise primaire que nous avons décrite et qui certainement alors avait une très grande hauteur, puisqu'elle n'avait pu la franchir et que rien n'indique qu'un chevauchement des terrains secondaires sur les primaires ait eu lieu depuis. Il en était encore à peu près de même lors du retour des eaux. Les formations nouvelles n'ont rien de commun avec le jurassique sur lequel elles reposent. C'est par des sables verts que commence le crétacé dans la région qui nous occupe. Ils doivent leur coloration à la glauconie, espèce de silicate de protoxyde de fer. Ils sont généralement argileux, ce qui sans doute a contribué à empêcher leur agglutination. On n'y rencontre en effet que quelques petites plaques de grès, perforées en tous sens par des pholades de petites dimensions, et sur lesquelles des spongiaires paraissent s'être fixés.

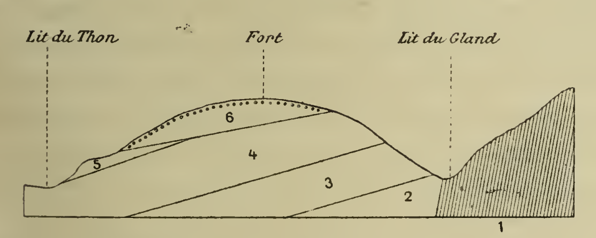
Cette formation, d'une épaisseur qui varie beaucoup, est recouverte par une mince couche de graviers, dont les éléments, plus ou moins roulés, consistent en plaques de quartzite et de quartz laiteux, qui sans doute proviennent des schistes de la falaise. Sables verts et graviers ne se rencontrent jamais l'un sans l'autre ; ils sont absolument solidaires, mais ne peuvent être considérés comme de la même époque. En effet la présence, parmi les fragments de quartzite, de moules silicifiés de *Micraster breviporus* et d'*Ammonites Delucii* doit faire sup-

poser que ce gravier est contemporain des marnes crétacées du Turonien supérieur qui se rencontrent beaucoup plus au sud. Le facies de rivage des terrains qui nous occupent explique l'absence de dépôts crayeux. Quoi qu'il en soit, la mer s'est retirée d'une manière définitive après ce dernier dépôt.

Les sables verts disparaissent dans les profondeurs en suivant la même déclivité que les couches oolithiques. Cette disparition a lieu à Landouzy-la-Ville, à 124 mètres d'altitude. Or, comme à Hirson ils atteignent jusqu'à 204 mètres, il en résulte un dénivellement de 80 mètres en moins de 6 kilomètres ; mais cette pente ne se maintient pas, puisqu'à Paris, à 170 kilomètres d'Hirson, la différence de niveau n'est que de 734 mètres.

Toutes les roches superficielles que nous venons de passer en revue sont couvertes d'un limon rougeâtre, que j'appellerai quaternaire, bien qu'aucune découverte de fossile caractéristique ne soit venue, à ma connaissance du moins, légitimer cette date géologique.

Sur les hauteurs qui séparent la vallée du Gland de celle du Thon, les couches crétacées ne sont pas continues ; on n'en rencontre que des lambeaux plus ou moins étendus, plus ou moins épais. Le plus important est celui qui domine la ville d'Hirson et que contourne la route de Vervins. Il forme un mamelon dont le sommet atteint 204 mètres d'altitude. Ce point culminant a été choisi par le Génie militaire pour la construction d'un fort.



1, Schistes primaires ; — 2, Marnes bleues liasiques ; — 3, Oolithe inférieure ; — 4, Oolithe miliaire ; — 5, Marnes oolithiques ; — 6, Sables verts du Gault, avec la couche de gravier à *Micraster breviporus,* recouverte de limon quaternaire. (Eu égard à la distance entre le Gland et le Thon, le relief du sol est plus que décuplé de hauteur.)

Lors de l'établissement des glacis, on a dénudé, dans la direction du N.-E., une surface de plusieurs hectares, sur laquelle j'ai pu faire des recherches très fructueuses. Dans la partie la plus déclive, j'ai découvert immédiatement sous le gravier un gisement d'éponges siliceuses tellement abondant que, sur une étendue d'une centaine de mètres carrés, les espèces les plus variées se sont trouvées réunies. Elles appartiennent toutes au crétacé et ont été rencontrées à tous les niveaux.

Voici les principaux fossiles caractéristiques qui les accompagnaient :

deux espèces de *Spatangues*[1], *Pecten asper, Inoceramus concentricus, I. latus,* débris de *Panopæa,* d'*Arca* et de *Trigonia, Ostrea carinata, Ceratostreon Matheroni, Amm. mamillaris,* enfin une dent de *reptile marin.*

Comme on le sait, les spongiaires se divisent en trois classes, les éponges cornées, les siliceuses et les calcaires. Parmi les secondes, les unes sont caractérisées par la présence de spicules simples ou diversement ramifiés qui maintiennent la trame organique ; chez les autres la trame est elle-même solidifiée par la silice. C'est à cette dernière famille qu'appartient la collection que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la Section. Toutes ces espèces présentent une solidité et une résistance aux chocs, qui leur ont permis de traverser les âges géologiques sans altérations notables.

Voici les caractères généraux qu'elles présentent. La surface extérieure est formée par un tissu excessivement serré, qui intercepte des pores très petits, par lesquels l'eau pénètre dans des canalicules très ramifiés, qui chez la plupart s'ouvrent dans des conduits plus larges, dont les orifices ou oscules donnent issue au liquide. Ces oscules sont groupés tantôt sur un point de la surface, tantôt dans une cavité tubulaire ou plus ou moins évasée. Souvent aussi les orifices de sortie sont de véritables pores semblables à ceux d'entrée. Alors le spongiaire a la forme d'une coupe ou de tubes ramifiés. Enfin on en trouve d'absolument informes (*Amorphospongia*) qui se moulent sur les corps auxquels ils adhèrent, agglomérant dans leur masse des débris organiques ou minéraux et pénétrant dans la cavité de coquilles bivalves et même dans l'intérieur du test des spatangues. La surface adhérente de toutes ces éponges est recouverte d'une couche mince de silice amorphe. Certaines cependant paraissent avoir toujours été libres ou tout au plus implantées dans le sable par un mamelon souvent très court. Leur couleur actuelle varie suivant la nature du milieu dans lequel elles ont séjourné, mais je pense que la trame et les spicules devaient être primitivement blancs comme le squelette des *Hialonema* des mers actuelles. L'absence de gangue incrassante rend cette structure parfaitement visible.

Reculant devant les difficultés de la classification de Zittel, basée sur la forme des spicules, je me suis contenté de grouper toutes ces éponges d'après leur forme, bien que cette méthode ancienne soit absolument défectueuse, étant donnée la plasticité de ces organismes inférieurs.

Les *Jerea,* qui sont les plus nombreuses, sont caractérisées par la réunion des oscules sur un point de la surface, quelquefois sur deux.

1. *Holaster latus*, caractéristique de l'Albien, et *Epiaster Kœchlini*, d'après la détermination de M. Cotteau.

On en verra qui sont pédiculisées ou sessiles, cylindriques ou ovoïdes, simples ou ramifiées ; d'autres sont aplaties et étalées. Lorsqu'il existe des ramifications, elles varient à l'infini par le nombre, le volume et la longueur. L'extrémité des branches est le plus souvent arrondie et quelquefois plate. Certaines jerea simples présentent une excavation.

Viennent ensuite les *Siphonia*, dont les oscules s'ouvrent dans une cavité centrale cylindrique ; elles sont piriformes ou allongées ; les *Halirrhoa costata* rappellent la forme d'une grenade. Il en est qui sont ramifiées et ne se distinguent des *Polyjerea* que par la cavité centrale des branches. Beaucoup de jerea et de siphonia portent des traces de roulage ; les fractures doivent être attribuées à la pioche des terrassiers.

Les formes en coupe plus ou moins évasées, sont également nombreuses. Ce sont les *Chenendopora fungiformis* et *Ch. patelliformis* qui ne présentent aucune trace d'oscules, comme aussi les *Coscinopora*. Puis viennent les *Ventriculites*, dont les surfaces interne et externe sont parsemées de pores plus grands, qui dans le *Tremadictyon* sont disposés en ligne. Enfin j'ai trouvé un *Callopegma* acaule. A ces cyathulées se rattachent deux ou trois exemplaires de *Mesenterina* qui rappellent la disposition du mésentère dont on a détaché l'intestin ; l'une d'elles a servi de support à une *Polyjerea*. Du reste, sur presque toutes ces éponges à tissu compact adhèrent encore des tubes de *Serpules* et de jeunes huîtres de l'espèce *Ceratostreon Matheroni*. J'ai ramassé aussi, mais sans pouvoir les spécifier, des fragments de spongiaires en forme de tubes directement ramifiés, dont les bases, d'aspect variable, ont été trouvées isolées ; le tissu ne présente pas trace d'oscules. Viennent enfin les *Amorphospongia* dont j'ai parlé plus haut, et sur l'une desquelles a poussé une *Jerea globulosa*.

En résumé, cette collection me paraît intéressante sous un triple point de vue : 1° il est très facile en l'étudiant de se rendre compte de la conformation des diverses parties du tissu spongiaire : pores, canalicules, canaux et oscules sont vides et parfaitement visibles à l'œil nu, ou armé d'une simple loupe ; 2° elle nous montre combien est instable la forme des espèces les mieux définies en apparence ; 3° enfin nous voyons réunis, à un même niveau et en un même point, les genres les plus variés, que, jusqu'ici, on avait regardés comme appartenant en propre aux divers étages des terrains crétacés.

M. Félix RÉGNAULT

A Toulouse.

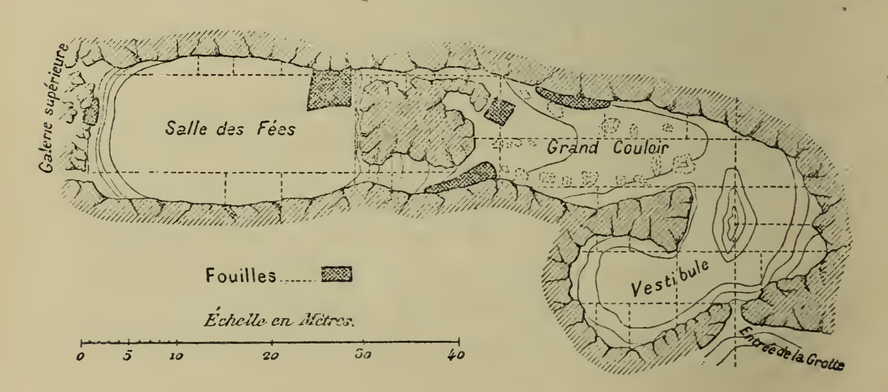
GROTTE D'AUBER, VALLÉE DULEZ (ARIÈGE)

— *Séance du 16 août 1886.* —

On arrive à la grotte d'Auber, connue dans le pays sous le nom de Traü del Débrembery (trou de l'oubli), en suivant la grande route qui part de Saint-Girons et remonte la belle vallée de Biros.

Géologie. — Entre Saint-Girons et Castillon, les terrains secondaires (trias, jurassique, crétacé) se poursuivent sans interruption. Le crétacé calcaire représenté surtout par le néocomien couronne les points culminants. Le crétacé schisteux (constitué par le gault) apparaît dans les dépressions, le long des escarpements calcaires. L'arias ne forme guère que des îlots insignifiants distribués sur plusieurs points sans aucun ordre.

Le jurassique, au contraire, est très développé. Il suit presque constamment la route et s'étend vers la Bellongue et le massif de Castillon. Vers l'ouest il s'étend jusqu'à Saint-Béat. Si l'on suit la route qui nous conduira au 6e kilomètre, en face de la grotte d'Auber, on peut voir défiler devant soi toutes ces formations sédimentaires. A Lambége le calcaire néocomien, exploité comme pierre à chaux ; enfin, sur la



gauche, se dressent les rochers jurassiques d'Auber exploités par les Romains et repris de nos jours. Cette brèche marmoréenne fort belle a été employée à Paris à l'église des Invalides pour le tombeau de Napoléon Ier.

Vers l'est se dresse une crête presque inaccessible qui descend sur le petit village de Moulis ; la base est jurassique, mais les parties supérieures appartiennent au crétacé inférieur.

Tel est l'aperçu géologique de la région qui nous intéresse et que nous étudions avec le plus grand soin depuis plusieurs années. Le hameau d'Auber est à 6 kilomètres de Saint-Girons. On traverse le Lez et, par des lacets rapides qui montent le flanc de la montagne, on atteint en 3/4 d'heure de marche la grotte d'Auber. J'ai l'honneur de présenter le plan de cette grotte au Congrès. On pourra ainsi juger de l'importance de cette cavité et des résultats des fouilles que j'y ai pratiquées.

Description de la grotte. — L'entrée de la grotte est étroite et cachée dans des buissons. On descend quelques marches naturelles qui donnent accès au vestibule long de 20 mètres environ sur 6 et 8 mètres de largeur.

Quand on a traversé le vestibule, on tourne à gauche pour entrer dans le *grand couloir* long de 30 à 35 mètres et large de 10 et 12. Le long des parois de la grotte, à gauche et à droite, deux petits couloirs permettent de pénétrer facilement dans la grande *salle des Fées*. Cette salle est grandiose, d'une élévation de 20 à 30 mètres, d'une longueur de 30 à 40 mètres sur une largeur de 15, 17 et 20 mètres.

Au fond de la salle des Fées se dressent des éboulis de rochers, empâtés dans des incrustations stalagmitiques qu'il faut franchir en grimpant des pieds et des mains pour explorer quelques couloirs supérieurs qui n'offrent qu'un intérêt secondaire.

Fouilles. — Le sol de la grotte d'Auber présente un aspect varié. Dans le vestibule c'est un amas énorme de terre et de débris provenant du dehors et portés là par les courants d'eau.

Dans le grand couloir, un plancher stalagmitique peu épais mais très dur et cristallin repose sur une terre noire qui renferme des débris d'ossements de la faune quaternaire roulés et cassés.

Mes premières fouilles ont commencé en mai 1872 ; je les ai continuées jusqu'à présent, en fouillant un mois par an.

Le Dr Garrigou avait fait avant moi quelques fouilles superficielles et recueilli surtout des débris de l'*Ursus spelæus*.

Cette année, en mai, j'ai commencé une fouille importante dans la grande salle des Fées, au point indiqué sur le plan.

Les résultats ont dépassé toutes mes espérances. Sous un plancher de stalagmite qui a 50 et 70 centimètres d'épaisseur, se trouve une épaisse couche d'argile, remplie d'ossements qui appartiennent aux espèces suivantes :

Le grand ours des cavernes ; le petit ours ; l'hyène ; le cerf ; l'aurochs ; le cheval ; le rhinocéros.

Les ossements dans cette salle sont extrêmement abondants, ceux du grand ours principalement. Dans 12 mètres carrés de fouille, j'ai pu recueillir 14 crânes d'ours et une trentaine d'ossements entiers de ce carnassier.

Les ossements se présentent immédiatement sous la stalagmite, ce qui me fait supposer que je suis sur une couche superficielle. J'ai fouillé à 2 mètres de profondeur, et les ossements sont assez abondants. Un grand nombre portent les traces des dents de rongeurs, et des cassures faites par des carnassiers.

Je suis en présence d'une vaste salle qui a servi de repaire à des animaux pendant des années dont le nombre est incalculable, et qui ont été ensevelis dans le limon argileux. La continuation des fouilles me permettra de reconnaître, j'espère, le remplissage de cette caverne, une des plus riches peut-être en ossements de toute la chaîne des Pyrénées.

M. Émile RIVIÈRE

A Paris.

FAUNE DES OISEAUX, DES REPTILES ET DES POISSONS DES GROTTES DE MENTON

— *Séance du 18 août 1886.* —

Au congrès de Grenoble, dans la séance du 19 août 1885, j'ai eu l'honneur de vous communiquer une note sur la faune des Invertébrés trouvés dans les grottes de Menton, faune représentée par près de 40,000 coquilles appartenant à 171 espèces différentes.

Aujourd'hui, je vous demande la permission de vous faire connaître une faune de Vertébrés, certainement ni moins variée ni moins intéressante, comprenant les oiseaux, les reptiles et les poissons trouvés dans les mêmes grottes et dont les restes sont aussi des plus considérables, du moins pour les oiseaux.

1° Oiseaux.

En effet, c'est par milliers aussi que nous trouvons certains d'entre eux, notamment les genres *Columba* (pigeon), *Tetrao* (coq de bruyère, lagopède, etc.), *Perdix* (perdrix) et *Anas* (canard, souchet, pilet). Viennent ensuite les passereaux et principalement le genre *Corvus*,

enfin les oiseaux de proie, la chouette surtout (*Strix vulgaris*). Toutes ces espèces sont encore actuellement vivantes, à l'exception du *Pyrrhocorax primigenius* ou Chocard des cavernes, mais pour le plus grand nombre la distribution géographique n'est plus la même aujourd'hui qu'à l'époque des cavernes, beaucoup d'entre elles ont émigré de la contrée des grottes, par suite même du déboisement des montagnes, par suite aussi des modifications climatériques et de la chasse de l'homme.

Un grand nombre des oiseaux des grottes de Menton se retrouvent dans d'autres cavernes, mais celles même qui en contiennent le plus, comme la grotte de Gourdan, comme celles de Bruniquel et de la Madeleine, sont loin encore de présenter la grande variété des espèces recueillies dans nos grottes. Mais dans celles-ci nous ne trouvons ni le *Grus primigenia* des Eyzies et de Gourdan, ni le *Nyctea nivea,* le harfang, que l'on rencontre en abondance dans la plupart des cavernes du sud-ouest de la France et qui est actuellement « relégué dans les régions les plus froides, non seulement de l'Europe, mais de l'Amérique [1] », ainsi que nous le faisait observer récemment encore M. A. Milne-Edwards, qui a bien voulu nous aider de ses savants conseils dans la détermination des oiseaux dont nous donnons plus loin la nomenclature.

Un fait assez curieux est relatif à la caille : tout le monde sait que cet oiseau traverse chaque année la Méditerranée, au printemps, pour se rendre en Europe et, à l'automne pour regagner l'Afrique. Or à chacun de ses passages il séjourne un certain temps sur nos côtes avant de prendre son vol. Nous l'avons vu plus d'une fois par bandes dans les environs de nos cavernes, ainsi qu'au cap Martin, pendant les quelques années que nous avons passées à Menton. Nous avons vu aussi combien, à son arrivée d'Afrique, il est facile de s'en emparer, épuisé qu'il est par la traversée. Dans ces conditions, nous devions penser trouver ses restes en quantité considérable dans nos grottes, aussi avons-nous été surpris de constater, au contraire, la rareté de ses ossements, rareté que nous avons quelque peine à nous expliquer, à moins, chose peu probable cependant, que la maigreur excessive de sa chair l'ait fait repousser par l'homme des cavernes comme une nourriture peu agréable.

2° Reptiles.

Quant aux reptiles, M. le docteur Brocchi, qui a bien voulu en étudier les restes, considère leurs ossements comme fort remarquables par leur grande taille. Ils peuvent être, du premier coup d'œil, recon-

1. A. Milne-Edwards. — *Observations sur les oiseaux dont les ossements ont été trouvés dans les cavernes du sud-ouest de la France.*

nus comme provenant de batraciens anoures; les uns se rapportent au genre *Bufo*, les autres au genre *Rana*.

Genre Bufo. — Les os qui se rapportent à ce genre sont des humérus, des fémurs, des os de la jambe (péronés et tibias).

En les comparant avec ceux appartenant à divers squelettes de *Bufo*, on ne tarde pas à s'assurer qu'ils ont la plus grande ressemblance avec ceux du *Bufo vulgaris*.

La disposition des crêtes, celle des épiphyses, sont absolument identiques. On peut se demander cependant si la grandeur de ces os permet de les rapporter à l'espèce vivante.

Or, si on compare leurs dimensions avec celles des os d'un *Bufo vulgaris* ordinaire, on a les proportions que nous résumons dans le tableau suivant :

BUFO DE MENTON.	BUFO VULGARIS DE BRETAGNE (taille moyenne).	BUFO VULGARIS D'AUVERGNE (grand).
Humérus . . . L.=38mm	Humérus . . . L.=30mm	Humérus . . . L.=34mm
Fémur . . . . L.=43	Fémur . . . . L.=34	Fémur . . . . L.=37
Os de la jambe. L.=41	Os de la jambe. L.=32	Os de la jambe. L.=36

De ces chiffres il résulte que le *Bufo* de Menton a des proportions bien plus considérables; mais on sait que dans les régions méridionales, le *Bufo vulgaris* peut acquérir des dimensions relativement énormes. Voici, par exemple, des chiffres pris sur un échantillon recueilli en Sicile par Duméril :

Membre antérieur. Longueur, dix centimètres.

Membre postérieur. Longueur, dix-huit centimètres.

Si, sur un squelette quelconque de *Bufo vulgaris*, on mesure la longueur de la patte, c'est-à-dire du calcanéum et de l'astragale, plus celle des phalanges et des phalangettes, on voit que la longueur de cette partie du corps est, à peu de chose près, égale à la longueur du fémur réunie à celle des os de la jambe.

Or, chez le *Bufo* de Menton, la longueur du fémur ajoutée à celle des os de la jambe étant de $0^{m},084$, on peut en conclure que celle de tout le membre inférieur était environ de 16 à 17 centimètres, ce qui rentre dans les proportions du *Bufo* de Sicile.

En examinant attentivement les os du *Bufo* de Menton, on voit aussi que sur un des échantillons la crête du fémur est comme bifurquée. Mais ce caractère, qui manque d'ailleurs sur les autres pièces, ne semble avoir aucun caractère spécifique.

En résumé, nous estimons avec M. Brocchi que le *Bufo* recueilli dans les grottes de Menton n'est autre que le *Bufo vulgaris* ayant acquis des dimensions considérables, que l'on ne retrouve plus en France que dans les terrains quaternaires (une espèce disparue à la-

quelle nous avons donné le nom de *Bufo spelæus*) ou bien encore de nos jours sur certains échantillons de l'Europe méridionale.

Genre Rana. — Les os de *Rana* recueillis sont des humérus, des radius, des cubitus, des fémurs, des os de la jambe.

En comparant ces os avec ceux de la *Rana temporaria* (Linné) ou *Rana fusca* (Rœsel), on est frappé de leur similitude parfaite. Les dimensions sont aussi les mêmes, si toutefois on se sert, pour terme de comparaison, du squelette d'une *Rana temporaria* de grande taille.

Voici les mesures prises aussi :

RANA TEMPORARIA.		RANA DE MENTON.	
Longueur de l'humérus . . .	= 23mm	Longueur de l'humérus . . .	= 23mm
Longueur de la jambe *complète*	= 42	Longueur de la jambe *sans épiphyses*	= 39

Il y a donc identité.

M. Brocchi fait observer que, sur un certain nombre des humérus recueillis dans les grottes de Menton, on remarque, outre les crêtes deltoïde et médiane, quelques expansions osseuses supplémentaires. Mais on sait que c'est là un caractère sexuel et que les os ainsi conformés sont ceux qui proviennent d'individus mâles.

En résumé, il résulte de ce qui précède que les os de Batraciens recueillis à Menton doivent être rapportés les uns au *Bufo vulgaris*, les autres à la *Rana temporaria*. Il est à remarquer que nous n'avons trouvé ni os du crâne, ni vertèbres, ni os du bassin. Il semble donc évident que ces animaux ont été rapportés par les habitants de ces cavernes pour en faire leur nourriture. Cette assertion est confirmée par ce fait que beaucoup d'entre eux portent des traces de feu.

M. Brocchi a ajouté que Marcel de Serres a décrit, dans les cavernes de Lunel-Viel, un fémur de Batracien qu'il rapportait au *Bufo agua*, espèce de l'Amérique du Sud [1]. En examinant la figure donnée par M. de Serres, il est facile de se convaincre que cet os doit être aussi rapporté au *Bufo vulgaris*.

Ce fémur avait 45 millimètres sans l'épiphyse ; c'est à peu près la longueur de celui de Menton. Quant à la courbure de l'os invoquée par M. de Serres, cette courbure est loin d'être rare chez les *Bufo vulgaris* mâles.

3° Poissons.

S'il est vrai, ainsi que l'ont écrit Cuvier et Valenciennes [2], « que la connaissance des poissons, née de l'habitude de s'en nourrir, a dû être l'une des premières qu'acquièrent les hommes, car il n'est point d'ali-

1. *Recherches sur les ossements humatiles des cavernes de Lunel-Viel*, par Marcel de Serres, Dubreuil et Jeanjean. 1839, p. 219, — 220, pl. 20, fig. 20, 21.
2 Cuvier et Valenciennes. — *Histoire naturelle des poissons*. T. I, p. 3.

ment que la nature leur offre en plus grande abondance et dont ils puissent s'emparer avec moins de peines, si actuellement encore, les peuples les plus sauvages et ceux qui sont relégués sur les plages les plus stériles sont ceux qui vivent le plus de poissons, car c'est la nature même qui les contraint à ce genre de vie en ne leur fournissant point d'autres ressources[1] » ; il est extrêmement bizarre d'en trouver aussi peu de débris parmi les innombrables ossements d'animaux recueillis dans les cavernes des Baoussé-Roussé.

On comprend, en effet, difficilement que des peuplades vivant dans des grottes situées au bord même de la Méditerranée, n'aient pour ainsi dire presque jamais pêché de poissons de mer, si l'on en juge du moins d'après les rares débris que nous en avons trouvés dans leurs foyers d'habitation, tandis qu'ils ramassaient des quantités énormes de coquillages marins. La pêche leur était-elle donc à peu près inconnue ? Leur outillage, leurs engins étaient-ils insuffisants ? ou bien encore ces hommes n'osaient-ils se hasarder sur la mer ? Mais, à défaut d'une navigation au large, dont ils ignoraient peut-être les moyens, ils avaient à leurs pieds mêmes et à une faible profondeur les roches sous-marines sur lesquelles ils trouvaient à ramasser tant de coquillages différents, et au milieu desquelles les poissons devaient être en nombre aussi considérable que de nos jours.

Eh bien, actuellement ces mêmes rochers sont constamment couverts de pêcheurs de la localité ou des environs, dont la ligne amène chaque jour, sans parler des loubines ou loups de mer[2], nombre de rascasses[3] et de girelles[4]. Ces poissons, qui vivent en troupe parmi les roches madréporiques, ne le cèdent en rien, par leur beauté, aux plus jolies espèces des mers tropicales, et les reflets chatoyants de leurs écailles facilement entrevues sous les eaux transparentes de la Méditerranée, devaient certainement attirer les regards d'une population préhistorique, chez qui la passion des couleurs les plus vives et les plus variées s'est si nettement accusée dans le choix des matériaux de son industrie primitive.

A quelle cause faut-il donc rattacher cette rareté des os de poissons méditerranéens, quand, par contre, le poisson d'eau douce, sur une cinquantaine de pièces, en compte à lui seul plus de quarante, représentées par des vertèbres et par quelques mâchoires? C'est ce qu'il me paraît difficile de pouvoir expliquer.

1. Dans les grottes de Menton, le cas n'est pas tout à fait le même, car la région fournissait à leurs habitants un gibier des plus abondants en oiseaux, comme nous l'avons dit plus haut, des plus abondants aussi en animaux des genres *Cervus* et *Capra*, sans parler d'autres animaux également nombreux comme le *Sus*, par exemple.

2. Le *Labrax lupus* de Pallas ou *Chirus* de Steller, de la famille des Percoïdes.

3. Ou petite Scorpène brune, *Scorpona porcus* de Linné.

4. Le *Julis vulgaris* de Cuvier.

Toujours est-il qu'il reste seulement comme débris de poissons provenant de la Méditerranée à peine dix ossements, parmi lesquels se trouvent six pièces anatomo-pathologiques que j'ai décrites, il y a quelques années, sous le nom d'hyperostoses de poissons. Ces débris appartiennent à trois espèces : la *Sciona aquila* ou maigre, sur laquelle nous n'avons pas à revenir après la description que nous en avons déjà donnée ; le *Thynnus* ou thon, représenté par un rayon antérieur de branchyostège gauche ; le *Labrax lupus* ou loubine, représenté par une mâchoire.

Une petite vertèbre de poisson a été considérée comme provenant d'un poisson de l'ordre des *Cycloïdes malacoptérygiens apodes,* soit d'une espèce marine, comme le congre ou anguille de mer, soit d'une espèce d'eau douce, comme l'anguille de nos fleuves.

Les autres ossements de poissons appartiennent aux genres *Salmo* et *Trutta,* saumon et truite, et sont représentés par un certain nombre de vertèbres dont la plupart ont été percées pour être portées et revêtent une teinte rougeâtre, brillante, comme tous les objets qui ont été recouverts de peroxyde de fer.

La truite est un poisson d'eau douce, mais le saumon est-il, comme l'admet M. E. Blanchard[1], « plus un poisson de mer qu'un poisson d'eau douce, bien qu'il vienne déposer ses œufs dans les fleuves et les rivières à d'énormes distances des côtes, qu'il naisse ainsi dans les eaux douces et qu'il y passe au moins la première année de son existence, souvent même davantage, et qu'après avoir été faire un voyage à la mer il revienne bientôt aux lieux où il est né ? En tous cas, il n'existe pas dans la Méditerranée et n'a jamais été vu dans les fleuves qui viennent se décharger dans cette mer. Le saumon appartient en propre à la mer du Nord et à l'Océan, ainsi qu'à presque tous les cours d'eau qui s'y jettent ». M. Blanchard ajoute qu'il ne « descend guère au delà du 42e degré de latitude, ce qui explique son absence dans les eaux méditerranéennes et que, seul parmi les Latins, Pline a eu connaissance du saumon et qu'il l'a mentionné comme appartenant à l'Aquitaine, c'est-à-dire au pays arrosé par la Gironde, la Garonne et la Dordogne, où il était préféré à tous les autres *poissons de mer* ».

De la présence donc de vertèbres de saumon dans les cavernes des Baoussé-Roussé, il nous faut conclure ou à des migrations assez lointaines de leurs habitants, ou à des échanges avec d'autres peuplades vivant dans des régions où elles étaient à même de pêcher ce genre de poisson, peuplades vivant sur les côtes de l'Océan ou sur les rives des fleuves qui y déversent leurs eaux. De là la valeur de ces vertèbres pour les hommes de Menton qui les considéraient comme des pièces précieuses et leur transformation en objets de parure.

1. Émile Blanchard. — *Les Poissons des eaux douces de la France,* p. 448 et suivantes.

Quant à la truite, son aire géographique était tout autre et bien plus facilement abordable par les hommes de nos cavernes ; nous la retrouvons, en effet, comme aujourd'hui, dans certains torrents descendant des montagnes et se jetant dans la Méditerranée à des distances relativement peu considérables des cavernes des Baoussé-Roussé, notamment dans ceux qui se jettent « dans la Bevera, dans la Tinée, dans la Vésubie, le Var, la Roia et la Tuggia, rivières qui traversent, comme on le sait, du nord au sud, les Alpes-Maritimes[1] ».

La présence de vertèbres de truite dans les grottes de Menton n'a donc par suite rien d'extraordinaire. Ajoutons seulement ce fait intéressant signalé par M. L. Quintard que les vertèbres de poissons percées se retrouvent en France, en Lorraine, à une époque relativement récente. « Dans presque tous les cimetières de l'époque franque découverts dans le département de Meurthe-et-Moselle, on a rencontré, dit-il, des vertèbres de brochet mêlées à des grains de colliers, et portées probablement comme amulettes[2]. » Nous citerons notamment certaine tombe dont le squelette de femme portait « autour du cou un collier composé d'un gros grain de pâte grisâtre, d'un autre grain en terre rouge, de deux petites lamelles de bronze enroulées, et enfin d'une vertèbre de brochet ».

Voici maintenant la nomenclature complète des espèces animales qui appartiennent aux trois grandes classes des Oiseaux, des Reptiles et des Poissons, et dont nous avons recueilli les restes dans les grottes de Menton :

A. — Oiseaux.

a. *Oiseaux de proie diurnes.*

Aquila ind[3].
Circaetus gallicus.
Falco tinnunculus.
— cenchris.
— nisus.
— milvus.
Circus cyaneus.
Vultur gypaetus.
— monachus[4].
— albicilla.

b. *Oiseaux de proie nocturnes.*

Strix vulgaris.
Strix aluco.
— noctua.
Otus brachyotus.

c. *Passereaux.*

Turdus migratorius.
Hirundo rupestris.
Coccothraustes vulgaris.
Corvus corax.
— frugilegus.
— pica.
— garrulus.
Pyrrhocorax primigenius.
— alpinus.

1. A. Risso. — *Ichthyologie de Nice ou Histoire naturelle des poissons du département des Alpes-Maritimes*, p. 322-325.
2. L. Quintard. — *Le Cimetière franc du Champ-des-Tombes à Pompey* (*Meurthe-et-Moselle*). Extrait des *Mémoires de la Société d'archéologie lorraine* et du *Musée historique lorrain*. 3e série. T. VI. Nancy, 1878.
3. Espèce de grande taille dont les os ne sont pas déterminables.
4. Les pièces osseuses que nous avons soumises à M. A. Milne-Edwards lui ont paru se rapporter plutôt au *Vultur monachus* qu'au *Vultur fulvus*, malgré certaines ressemblances avec ce dernier.

d. *Gallinacées.*

Columba palumbus.
— livia.
— turtur..
Tetrao tetrix.
— lagopus.
— urogallus.
Perdix græca.
— rubra.
Coturnix dactylosonans.

e. *Échassiers.*

Scolopax rusticola.
Fulica atra.
Rallus aquaticus.
— porzanus.
— crex.

f. *Palmipèdes.*

Cycnus ferus.
Anas acuta.
— clypeata.
— fuligula.
— boschas.

B. — Reptiles.

Batraciens anoures.

Rana temporaria.
Bufo spelæus.

C. — Poissons.

a. *Cténoïdes.*

Sciæna aquila.

b. *Cycloïdes.*

Thynnus.
Labrax[1].
Salmo.
Trutta.
Anguilla[2].

c. *Plagiostomes.*

Strophodus[3].

M. Émile RIVIÈRE

A Paris.

DE QUELQUES BOIS FOSSILES TROUVÉS DANS LES TERRAINS QUATERNAIRES DU BASSIN PARISIEN

— *Séance du 18 août 1886.* —

L'année dernière, au Congrès de Grenoble, j'ai eu l'honneur, dans la séance du 17 août, de vous communiquer une note détaillée sur le gisement quaternaire du Perreux (Seine), note dans laquelle j'étudiais la faune curieuse et les magnifiques silex taillés qu'il renfermait, réservant pour cette année la flore dont l'étude était loin encore, à cette époque, d'être terminée.

Il s'agissait d'un certain nombre d'échantillons de bois fossiles trouvés dans la même couche que les ossements d'animaux et les silex taillés par l'homme, bien qu'ils n'appartinssent pas à la même époque géologique.

1. Peut-être le *Labrax lupus* ou loubine.
2. Congre ou anguille.
3. Espèce fossile des terrains jurassiques.

Ces bois, d'ailleurs plus ou moins roulés, ont été examinés par M. *Danguy,* que je remercie vivement ici de ses bons conseils. Plusieurs coupes de ces différents échantillons faites par la bienveillante entremise de M. Bureau pour leur étude miscroscopique, ont permis de reconnaître, parmi ces échantillons, trois espèces végétales différentes. Voici d'ailleurs, en quelques mots, les résultats de cette étude :

1° *Échantillon de la sablière Cochain* A.

Cet échantillon est formé par la silicification d'un paquet de racines de palmier. Ces racines, de tailles différentes, sont bien visibles à l'œil nu ; les unes ont subi une forte compression, tandis que les autres ont conservé leur forme primitive. Leur structure cellulaire est indistincte ; la silice, en cristallisant, a tout détruit et c'est à peine si l'on peut apercevoir sur les coupes placées sous le champ du microscope deux ou trois cellules, encore celles-ci n'offrent-elles aucun caractère.

On trouve ces formations dans tous les terrains depuis l'époque où les palmiers ont fait leur apparition sur la terre, et l'on peut encore les voir en plein développement dans les régions tropicales.

C'est à ces sortes de pétrifications que M. de Saporta avait donné le nom de *Rhizocaulon.*

Notre échantillon mesure $0^{m},104$ de longueur sur $0^{m},121$ de largeur et $0^{m},053$ d'épaisseur. Il a été trouvé en place le 21 juin 1885.

2° *Échantillons de la sablière Cochain* B.

Cedroxylon, Kraus. — Le type *Cedroxylon* comprend des bois à couches concentriques presque toujours distinctes, dont le tissu ligneux se compose d'une seule espèce de cellules à grandes ponctuations aréolées et de rayons médullaires simples et très minces. Il n'y a pas de cellules résinifères. Ce bois offre beaucoup d'analogie avec les bois de *Cedrus* et d'*Abies.*

L'échantillon que nous possédons n'est pas très bien conservé ; néanmoins tous les caractères nécessaires à sa détermination sont encore assez évidents pour qu'il n'y ait aucun doute sur le genre de conifère auquel il appartient. Trouvé le 25 avril 1885, il mesure $0^{m},11$ de longueur sur $0^{m},038$ de largeur. Il est encore incrusté de calcin sur certains points.

On trouve des fragments de *Cedroxylon* depuis le houiller d'Angleterre jusque dans le tertiaire. On le rencontre dans la meulière de Beauce, voire même beaucoup plus bas ; M. Danguy l'a rencontré aux environs de Paris, dans les bois de Verrières, à Palaiseau, ainsi que dans les environs d'Étampes.

3° *Échantillons trouvés dans les sablières du Perreux et de Billancourt.*

Taxodium, Rich. — Ces échantillons sont assez nombreux. Ils semblent se rapporter au genre *Taxodium.* Celui qui a été examiné de préférence, en raison de sa meilleure conservation, et que M. Danguy a comparé avec un *Taxodium* vivant, présente tous les caractères de ce conifère. Il a été trouvé le 28 août 1885 dans la sablière Vidue, au Perreux. Il a la forme d'un prisme à quatre pans et mesure $0^{m},045$ de longueur sur $0^{m},011$ d'épaisseur.

Les éléments du bois fossile sont beaucoup plus grands que ceux du *Taxodium* actuel cultivé au Muséum, ce qui tient certainement, d'après M. Danguy, à des conditions de milieu.

On observe une série de zones d'accroissement inégales entre elles, dont l'épaisseur varie de un demi-millimètre à un millimètre. Les ponctuations sont très nettes, ainsi qu'on peut le voir sur la figure 1 (coupe radiale).

Dans une seconde coupe — coupe longitudinale tangentielle — on voit nettement la section des rayons médullaires formés de fils de cellules sur un ou plusieurs rangs superposés (fig. 2).

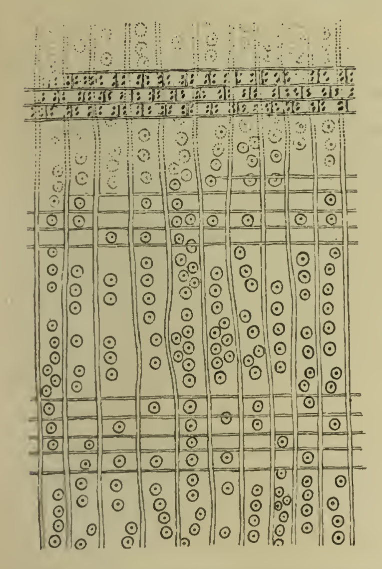


Fig. 1. — *Taxodium,* coupe radiale.

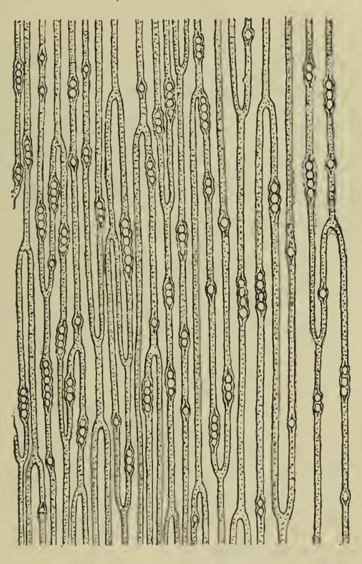


Fig. 2. — *Taxodium,* coupe longitudinale tangentielle.

On distingue facilement le bois qui s'est formé au commencement de la végétation et le bois d'automne. Le premier présente de larges éléments, à ponctuations aréolées disposées irrégulièrement sur deux rangs.

Le second, au contraire, est formé d'éléments plus étroits et sans ponctuation.

Les rayons médullaires sont formés de plaques cellulaires, dues à la superposition de lignes de cellules dont le nombre varie de un à huit.

Le genre *Taxodium* est tertiaire ; il a été surtout abondant à l'époque miocène.

Les échantillons que l'on rencontre de temps à autre dans les grandes tourbières de la Suisse ne sont pas silicifiés, leur ancienneté est certainement moindre que celle des pièces que j'ai trouvées dans les sablières du Perreux et de Billancourt.

M. G. COTTEAU

Président de la Société géologique de France.

CATALOGUE RAISONNÉ DES ÉCHINIDES JURASSIQUES RECUEILLIS DANS LA LORRAINE

— *Séance du 18 août 1886.* —

L'étage corallien et les étages jurassiques inférieurs sont largement développés dans les départements qui composent la Lorraine (Meurthe-et-Moselle, Vosges, Meuse). Quelques couches sont riches en échinides, et le nombre des espèces décrites dans la *Paléontologie française* est relativement assez considérable. J'ai pensé qu'il ne serait pas sans utilité de faire connaître la liste générale de ces espèces avec l'indication des localités où elles ont été recueillies, des niveaux stratigraphiques qu'elles occupent et des collections qui les renferment. J'ai suivi l'ordre zoologique adopté dans la *Paléontologie française,* et renvoyé, pour chacune des espèces, aux descriptions et aux figures données dans cet ouvrage.

N° 1. — Collyrites ringens, Des Moulins. Paléont. franç., Échin. jur., t. I, p. 41, pl. 6 et 7, fig. 1-5. Longwy. Étage bajocien. École des Mines (coll. Terquem).

N° 2. — Collyrites elliptica (Lamarck), Des Moulins. Pal. franç., Éch. jur., t. I, p. 58, pl. 10, 11 et 12. Liffol-le-Grand (Vosges). Callovien. École des Mines, ma collection.

N° 3. — Collyrites bicordata (Leske), Des Moulins. Pal. franç., Éch. jur., t. I, p. 91, pl. 21 et 22, fig. 1-6. Sionne (Vosges). Oxfordien sup. Ma collection.

N° 4. — Pygurus Terquemi, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. I, p. 131, pl. 26, fig. 5 et pl. 27. Environs de Nancy. Bajocien. École des Mines (coll. Terquem).

N° 5. — Pygurus Michelini, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., p. 134, pl. 29 et 30. Chaudeney près Toul (Meurthe-et-Moselle). Bajocien. École des Mines.

N° 6. — Clypeus angustiporus, Agassiz. Pal. fr., Éch. jur., t. I. p. 185, pl. 48. Malzéville près Nancy (Meurthe-et-Moselle). Bajocien. École des Mines (coll. Terquem), coll. Bleicher, Gaiffe, Riston, Nicklès, ma collection.

Obs. — Lorsque nous avons décrit cette curieuse espèce dans la *Paléontologie française,* nous ne connaissions qu'un seul exemplaire faisant partie de la collection de l'École des Mines, sans indication de gisement et de localité. La découverte de cette espèce à Malzéville nous a permis de fixer d'une manière positive son lieu de provenance et son gisement.

N° 7. — Clypeus Ploti, Klein. Pal. fr., t. I, Éch. jur., p. 191, pl. 51 et 52. Haut-du-Lièvre, station de Frouard (environs de Nancy). Bathonien. Toutes les collections.

Obs. — M. Bleicher nous a communiqué, provenant de l'étage bathonien de Chanilley (Meurthe-et-Moselle), une variété très curieuse que nous ne rapportons qu'avec doute au *Clypeus Ploti ;* sa forme allongée et anguleuse en arrière, sa face supérieure un peu conique, déprimée et amincie sur les bords, l'éloignent du type.

Cette variété se rapproche du *Clypeus Osterwaldi* et pourrait bien constituer une espèce nouvelle. Coll. Bleicher, ma collection.

N° 8. — Clypeus Hugi, Agassiz. Pal. fr., t. I, Ter. jur., p. 216, pl. 59. Les Géniveaux. Bajocien. École des Mines (coll. Terquem).

N° 9. — Echinobrissus Lorioli, Cotteau. Pal. fr., t. I, p. 266, pl. 64, fig. 2-8. Bajocien. École des Mines.

N° 10. — Echinobrissus Terquemi, d'Orbigny. Pal. fr., Éch. jur., t. I, p. 241, pl. 65, fig. 6-11 et pl. 66, fig. 1-3. Longwy. Bajocien. — Haut-du-Lièvre. Bathonien inférieur. École des Mines, coll. Gaiffe, ma collection (M. Bleicher).

N° 11. — Echinobrissus clunicularis, d'Orb. Pal. fr., Éch. jur., t. I, p. 244, pl. 66, fig. 4-8 et pl. 67. Briey, Haut-du-Lièvre. Bathonien inf. et moyen. Toutes les collections.

N° 12. — Echinobrissus amplus (Agassiz), d'Orbigny. Pal. fr., Éch. jur., t. I, p. 255, pl. 68, fig. 6-11 et pl. 69, fig. 1-8. Aingeray (Meurthe-et-Moselle). Bathonien moyen et supérieur. Coll. Gaiffe.

N° 13. — Galeropygus caudatus (Wright), Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., p. 345, pl. 88, fig. 4-12. Mont Saint-Quentin. Bajocien. École des Mines (coll. Terquem).

N° 14. — Galeropygus Marioni, Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. I, p. 345, pl. 88, fig. 13. Mont Saint-Quentin. Bajocien. École des Mines (coll. Terquem).

N° 15. — Galeropygus Nodoti, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. I, p. 351, pl. 90. Malzéville. Bajocien. — Haut-du-Lièvre. Bathonien. Coll. Bleicher, Gaiffe, Riston.

N° 16. — Hyboclypeus Theobaldi, de Loriol. Pal. fr., Éch. jur., t. I, p. 374, pl. 95, fig. 1-9. Marbache. Bajocien inférieur. Coll. Gaiffe.

N° 17. — Hyboclypeus subcircularis, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. I, p. 521, pl. 141, fig. 3-5 et pl. 142, fig. 1-6. Environs de Nancy. Bajocien. Ma collection.

N° 18. — Holectypus hemisphæricus (Agassiz), Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. I, p. 406, pl. 102 et 103, fig. 1-4. Haut-du-Lièvre. Bathonien inf. Coll. Gaiffe, Bleicher, ma collection.

Obs. — M. Gaiffe possède un exemplaire de cette espèce très remarquable par l'étendue de son périprocte qui occupe une grande partie de la face supéro-postérieure et remonte à peu de distance de l'appareil apical.

N° 19. — Holectypus depressus (Leske), Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. I, p. 413, pl. 103, fig. 8-14, pl. 104 et 105. Haut-du-Lièvre, Angeray. Bathonien inf., moy. et sup. Toutes les collections.

N° 20. — Pygaster semisulcatus (Phillips), Agassiz. Pal. fr., Éch. jur., t. I, p. 456, pl. 117, fig. 5 et pl. 118. Marbache. Bajocien. Coll. Gaiffe.

N° 21. — Pygaster Trigeri, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. I, p. 463, pl. 120 et 121. Malzéville. Bajocien. — Villey-Saint-Étienne. Bathonien. Coll. Schlumberger, Riston.

N° 22. — Pygaster umbrella (Lamarck), Agassiz. Pal. fr., Éch. jur., t. I, p. 474, pl. 124, fig. 6 et pl. 125, 126, 127 et 128. Saint-Mihiel (Meuse). Corallien. Ma collection.

N° 23. — Pygaster Gresslyi, Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. I, p. 484, pl. 121, 122 et 123. Saint-Mihiel. Corallien.

N° 24. Cidaris Martini, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 19, pl. 145, fig. 1-11, et t. III, p. 795. Environs de Saint-Nicolas, Saint-Remimont (Meurthe-et-Moselle), infralias, zone à *Ammonites angulatus*. — Dutroff, Saint-Valery, entre Nancy et Saint-Nicolas (Meurthe-et-Moselle); Worcq (Meuse). Sinémurien. Coll. Gaiffe, Bleicher.

N° 25. — Cidaris cucumifera, Agassiz. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 31, pl. 147 et 148, fig. 1-10, et t. III, p. 795. Les Géniveaux, Morcy (Meurthe-et-Moselle). Bajocien. Coll. Gaiffe, Bleicher, ma collection.

N° 26. — Cidaris Zschokkei, Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 42, pl. 150. Buxières (Meurthe-et-Moselle). Longwy, Rangvaux, les Géniveaux. Bajocien. Coll. Riston, Bleicher, ma collection.

Obs. — M. Nicklès a recueilli à Dommartemont, près Nancy, dans l'étage bajocien inférieur, zone à *Ammonites Sauzei*, un exemplaire très remarquable de cette espèce, muni d'une partie de ses radioles. Nous connaissions déjà le test du *C. Zschokkei*, figuré avec détails dans la *Paléontologie française*, ainsi que les radioles qui lui étaient attribués, mais nous n'avions pas encore rencontré un échantillon de cette espèce présentant les radioles adhérents aux tubercules. L'exemplaire de M. Nicklès, qu'il nous a paru utile de faire figurer, est vu sur la face inférieure : la structure de ses aires ambulacraires pourvues de deux rangées de gros granules, ses tubercules interambulacraires à scrobicules elliptiques et se touchant par la base, ses radioles allongés, cylindriques, ornés de granules épineux, disposés en séries plus ou moins régulières, ne laissent aucun doute sur l'identité de cette espèce représentée par son test et ses radioles.

Explication des figures. — Pl. I, fig. 1. *C. Zschokkei*, vu sur la face inférieure.

N° 27. — Cidaris spinulosa, Rœmer. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 37, pl. 148, fig. 11-20 et pl. 149. Malzéville. Bajocien moyen. Coll. Gaiffe.

N° 28. — Cidaris Munieri, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 58, pl. 167, fig. 1-4. Bajocien inf. Coll. de la Sorbonne (M. Hermite).

N° 29. — Cidaris Babeaui, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 59, pl. 155, fig. 11 et 12, et pl. 156. La Roche de la Justice, près Fontenoy (Meurthe-et-Moselle). Bathonien. Coll. Schlumberger.

N° 30. — Cidaris bathonica, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 62, pl. 157. Villey-Saint-Étienne. Bathonien supérieur. Coll. Gaiffe.

N° 31. Cidaris Koechlini, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 85, pl. 164, fig. 12-18. Fontenoy. Bathonien supérieur. Coll. Schlumberger, Bleicher, Gaiffe, ma collection.

N° 32. — Cidaris sublævis, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 66, pl. 158 et 159, et t. III, p. 799. Haut-du-Lièvre. Bathonien. Coll. Millot.

N° 33. — Cidaris læviuscula, Agassiz. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 140, pl. 178, 179, 180 et 193. Blénod-lès-Toul. Corallien inférieur. Coll. Kœchlin, Schlumberger.

N° 34. — Cidaris Blumenbachi, Agassiz. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 89, pl. 166, 167 et 168. Gremilly (Meuse). Corallien. Coll. Kœchlin, Schlumberger.

N° 35. — Cidaris florigemma, Philipps. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 149, pl. 181-184. Gibeaumeix, Toul (Meurthe-et-Moselle); Pagny-sur-Meuse, Ornes, Versigny, Commercy (Meuse); Neufchâteau (Vosges). Corallien. Coll. Schlumberger, ma collection.

N° 36. — Cidaris cervicalis, Agassiz. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 140 et 438, pl. 178-180 et 193, Vannes-le-Châtel. Corallien. Coll. Peron.

N° 37. — Cidaris propinqua, Munster. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 169 et 439, pl. 188, t. III, p. 805 et 898. Allamps (Meurthe-et-Moselle). Corallien. Coll. Peron.

N° 38. — Rhabdocidaris horrida (Merian), de Loriol. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 258, pl. 209 et 210, fig. 1-7, et t. III, p. 812. Bouxières, Marbache. Bajocien inf. Zone à *Ammonites Murchisonæ* (radioles). Coll. Bleicher, Gaiffe.

N° 39. — Rhabdocidaris Orbignyi (Agassiz), Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 299, pl. 223-226, fig. 1-17. Montfaucon, Mauvages (Meuse). Kimméridgien. Ma collection.

N° 40. — Acrosalenia spinosa, Agassiz. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 351, pl. 238 et 239, fig. 1-3. Aingeray, Villey-Saint-Étienne. Bathonien moyen. Coll. Bleicher, Gaiffe, ma collection.

N° 41. — Acrosalenia Lycetti, Wright. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 359, pl. 240. Haut-du-Lièvre. Villey-Saint-Étienne. Bathonien supérieur. Coll. Bleicher, Gaiffe, ma collection.

Obs. — C'est à cette espèce que nous rapportons les *Acrosalenia* qu'on rencontre munies de leurs radioles longs et aciculés, étalées sur des plaques couvertes du *Pentacrinus Darniesi* qui les enveloppe en partie dans ses bras multiples et délicats.

N° 42. — Acrosalenia hemicidaroides, Wright. Pal. fr., Éch. jur., t. II, p. 368, pl. 242 et 243, fig. 1-5. Villey-Saint-Étienne. Bathonien. Coll. Schlumberger.

N° 43. — Acrosalenia Berthelini, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., p. 372, pl. 243, fig. 6-13. Environs de Nancy. Bathonien. Coll. Berthelin.

N° 44. — Pseudocidaris Quenstedti (Mérian et Desor), Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 17 et 844, pl. 264. Écrouves, près Toul, Sionne. Corallien inf. Coll. Peron.

N° 45. — Hemicidaris granulosa, Wright. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 188, pl. 314, fig. 2-9. Villey-Saint-Étienne, rocher de la Justice. Bathonien. Coll. Schlumberger.

N° 46. — Hemicidaris crenularis (Lamarck), Agassiz. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 85, pl. 286-288. Saint-Mihiel, Commercy, Dun-sur-Meuse (Meuse). Corallien inf. Coll. Schlumberger.

N° 47. — Hemicidaris intermedia (Fleming), Forbes. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 85, pl. 286, 287 et 288. Radioles. Vannes-le-Châtel (Meurthe-et-Moselle); Dun-sur-Meuse (Meuse).

N° 48. — Pseudodiadema depressum, Agassiz, Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 240 et 862, pl. 324. Moyeuvre (Meurthe-et-Moselle). Bajocien. — Haut-du-Lièvre. Bathonien. Coll. Bleicher, Gaiffe, ma collection.

N° 49. — Pseudodiadema Schlumbergeri, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 245, pl. 345, fig. 1-7. Longwy. Bajocien. Coll. Schlumberger.

N° 50. — Pseudodiadema Jobæ (d'Orbigny), Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 249, pl. 326. Malzéville, Marbache, Villey. Bajocien. Coll. Bleicher, Gaiffe, Berthelin, Riston.

N° 51. — Pseudodiadema pentagonum (M'Coy), Wright. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 252, pl. 327. Les Géniveaux. Bajocien. — Haut-du-Lièvre. Bathonien inf. École des Mines (coll. Terquem), coll. Bleicher, Gaiffe, ma collection.

N° 52. — Pseudodiadema sulcatum (Agassiz), Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 255, pl. 328. Moyeuvre. Bajocien. École des Mines, coll. Schlumberger.

N° 53. — Pseudodiadema subcomplanatum (d'Orbigny), Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 260 et 863, pl. 334. Haut-du-Lièvre, Chaudeney, près Toul. Bathonien. Coll. Schlumberger, Gaiffe, ma collection.

N° 54. — Pseudodiadema inæquale (Agassiz), Desor. Pal. fr., Éch. jur. t. III, p. 270, pl. 333. Liffol (Vosges). Callovien. Ma collection.

N° 55. — Pseudodiadema superbum (Agassiz), Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 273, pl. 334, fig. 1-9. Liffol-le-Petit (Vosges). Oxfordien. École des Mines (coll. Michelin).

N° 56. — Pseudodiadema Matheyi, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 312, pl. 346, fig. 9-12. Allamps (Meurthe-et-Moselle). Corallien inf. Coll. Peron.

N° 57. — Pseudodiadema arduennense, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 299, pl. 343, fig. 1-6. Corallien inf. Coll. Peron.

N° 58. — Pseudodiadema drogiacum, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 301, pl. 343, fig. 7-13. Saint-Mihiel. Corallien inf. Coll. Schlumberger.

N° 59. — Pseudodiadema pseudodiadema (Lamarck), Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 330, pl. 353-355. Saint-Mihiel, Commercy, Danvillers. Corallien inf. Coll. Schlumberger. École des Mines, ma collection.

N° 60. — Pseudodiadema submamillanum, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 358, pl. 362, fig. 1-6. Douemont (Meuse). Corallien. École Normale de Paris.

N° 61. — Pseudodiadema neglectum, Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 374, pl. 365 et 366. Saint-Mihiel. Corallien. École des Mines.

N° 62. — Orthopsis peroni, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 876, pl. 510, fig. 2-10, et pl. 520, fig. 5-9. Haut-du-Lièvre. Bathonien. Ma collection. (M. Bleicher.)

Obs. — L'*Orthopsis Peroni* est une espèce fort rare. L'exemplaire recueilli par M. Bleicher, malgré sa petite taille, présente bien les caractères du type. La face inférieure, que nous ne connaissions pas

encore, parfaitement conservée dans cet échantillon, nous a montré la disposition des tubercules et des pores ambulacraires autour du péristome.

N° 63. — HEMIPEDINA ASPERA, Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 408, pl. 391, fig. 6-11. Malzéville. Bajocien. Coll. Berthelin, Riston.

N° 64. — HEMIPEDINA ELEGANS, Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 488 et 874, pl. 393. Côte de Dalmes (Lorraine annexée); Haut-du-Lièvre. Bathonien. Coll. Barthélemy, Millot, Gaiffe, Bleicher, ma collection.

N° 65. — HEMIPEDINA CHALMASI, Cotteau. Pal. fr., Éch., jur., t. III, p. 486, pl. 392. Villey. Bajocien. Coll. Gaiffe.

N° 66. HEMIPEDINA SŒMANNI, Wright. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 502, pl. 396, fig. 9-12, et pl. 397, fig. 1-3. Commercy. Corallien.

OBS. — L'échantillon unique que nous connaissons de cette espèce appartenait à M. Wright qui nous l'a très gracieusement communiqué. Nous ignorons ce que cette collection est devenue depuis la mort de notre savant ami.

N° 67. — GLYPTICUS HIEROGLYPHICUS (Goldf.), Agassiz. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 582, pl. 416 et 417. Commercy, Saint-Mihiel, Danvillers (Meuse); Toul (Meurthe-et-Moselle); Neufchâteau (Vosges). Corallien. École des Mines, coll. Schlumberger.

N° 68. PEDINA GERVILLEI (Des Moulins), Agassiz. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 643, pl. 430. Longwy. Callovien. École des Mines (Michelin).

N° 69. PEDINA GIGAS, Agassiz. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 640, pl. 427, fig. 4, pl. 428 et 429. Longwy. Bathonien. École des Mines.

N° 70. — PEDINA SUBLÆVIS, Agassiz. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 646, pl. 431-434. Saint-Mihiel. Corallien. Ma collection.

N° 71. — PEDINA CHARMASSEI, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 654, pl. 436-438, Saint-Mihiel. Corallien. École des Mines (Michelin).

N° 72. — PSEUDOPEDINA BAKERI (Wright), Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 662, pl. 439-441, fig. 1-6. Les Geniveaux. Bajocien. École des Mines, coll. Terquem.

N° 73. — STOMECHINUS BIGRANULARIS (Lamarck), Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 679, pl. 445, fig. 7, pl. 446 et 447, fig. 1-6. Marbache. Bajocien moyen. Coll. Gaiffe.

N° 74. — STOMECHINUS SULCATUS, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 688 et 892, pl. 448, fig. 3-5, et pl. 449, fig. 2-6. Bouxières. Bajocien inf. Coll. Gaiffe, Monat.

N° 75. — STOMECHINUS SCHLUMBERGERI, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 698, pl. 452 et 453, fig. 1-2. Villers-au-Bois, Villey-Saint-Étienne, Aingeray, près Liverdun, Roche de la Justice vis-à-vis Fontenoy. Bathonien. Coll. Schlumberger, Bleicher, Gaiffe, ma collection.

N° 76. — STOMECHINUS SERRATUS (Agassiz), Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p.711 et 892, pl. 456 et 457. Longwy, côte de Dalmes (Lorraine annexée), Malzéville, Camp d'Afrique près Ludres. Bajocien. — Haut-du-Lièvre. Bathonien. Coll. Bleicher, Riston, Gaiffe, Millot, Barthélemy, ma collection.

N° 77. — STOMECHINUS MICHELINI, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 719, pl. 460. Villey-Saint-Étienne. Bathonien. Coll. Schlumberger.

N° 78. — STOMECHINUS PERLATUS (Desmaretz), Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 734 et 893, pl. 358 et 359. Écrouves, Foug, Chaudeney, près Toul (Meurthe-

et-Moselle); Pont-sur-Meuse, Pagny-sur-Meuse, Danvillers (Meuse); Liffol-le-Grand, Midrevaux (Vosges). Corallien inf. et moyen. Coll. Bleicher, Schlumberger, ma collection.

N° 79. — Stomechinus gyratus (Agassiz), Desor. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 745, pl. 470 et 471. Midrevaux (Vosges). Corallien inf. Coll. Schlumberger.

N° 80. — Stomechinus Ristoni, Cotteau, 1887 (N. sp.).

Espèce de taille moyenne, très peu élevée, légèrement bombée, circulaire, presque plane en dessous. Zones porifères à fleur de test, formées de pores petits, rapprochés les uns des autres, disposés par triples paires obliques, tendant à se relever aux approches du sommet et se multipliant autour du péristome. Aires ambulacraires étroites à leur partie supérieure, s'élargissant un peu vers l'ambitus, garnies de deux rangées de petits tubercules saillants, non crénelés ni perforés, médiocrement mamelonnés, placés sur le bord des zones porifères, assez irréguliers dans leur taille et leur disposition, plus développés et plus serrés à la face inférieure. D'autres tubercules de dimension variable, parfois même un peu plus gros que ceux des rangées principales sont épars au milieu de l'aire ambulacraire; les plus petits tendent à se confondre avec les granules qui les accompagnent. Aires interambulacraires pourvues de deux rangées de petits tubercules de même nature que ceux qui existent sur les aires ambulacraires, un peu plus gros cependant, plus espacés et plus régulièrement disposés. Tubercules secondaires abondants, formant vers la base et au-dessus de l'ambitus, soit du côté externe des rangées principales, soit au milieu, plusieurs rangées inégales, irrégulières, interrompues. Granules intermédiaires abondants; les plus gros sont épars et tendent à se confondre avec les tubercules secondaires; les plus petits forment des séries transverses ou se groupent autour des tubercules. Comme sur les aires ambulacraires, les tubercules interambulacraires augmentent sensiblement de volume à la face inférieure. Péristome assez grand, circulaire, à fleur de test, marqué d'entailles relevées sur les bords. Périprocte irrégulièrement arrondi. Appareil apical étroit, pentagonal, granuleux; plaque madréporiforme plus grande que les autres.

Hauteur, 13 millimètres; diamètre transversal, 28 millimètres.

Rapports et différences. — Cette espèce, remarquable par la finesse de ses tubercules ambulacraires et interambulacraires à la face supérieure, ne saurait être confondue avec aucune des espèces qu'on rencontre dans les étages bajocien et bathonien. La disposition de ses granules rangés en séries délicates lui donne quelque ressemblance avec certains exemplaires coralliens du *Stomechinus perlatus*; elle s'en distingue par sa forme plus surbaissée et par ses tubercules de la face supérieure paraissant plus fins et plus abondants.

Localité. — Malzéville (Meurthe-et-Moselle). Très rare. Étage bajocien.

Coll. Riston.

Explication des figures. — Pl. I, fig. 2, *S. Ristoni* vu de côté; fig. 3, face supérieure; fig. 4, face inférieure; fig. 5, plaques ambulacraires grossies; fig. 6, plaques interambulacraires grossies.

N° 81. — Polycyphus corallinus, Cotteau. Pal. fr., Éch. jur., t. III, p. 780, pl. 481. Chaudeney, près Toul. Bathonien sup. Coll. Gaiffe.

CONSIDÉRATIONS STRATIGRAPHIQUES.

Le terrain jurassique de la Lorraine nous a offert quatre-vingt-une espèces d'Échinides ainsi réparties dans les divers étages.

Le lias inférieur ne renferme qu'une seule espèce, *Cidaris Martini*.

Trente-trois espèces appartenant à treize genres différents se montrent dans l'étage bajocien inférieur, moyen et supérieur : *Collyrites ringens; Pygurus Terquemi* et *Michelini; Clypeus angustiporus* et *Hugi; Echinobrissus Lorioli* et *Terquemi; Galeropygus caudatus, Marioni, Nodoti, Theobaldi* et *subcircularis; Pygaster semisulcatus* et *Trigeri; Cidaris cucumifera, Zschokkei, spinulosa* et *Munieri; Rhabdocidaris horrida; Pseudodiadema depressum, Schlumbergeri, Jobæ, pentagonum, sulcatum* et *subcomplanatum; Hemipedina Chalmasi* et *aspera; Pedina gigas; Pseudopedina Bakeri; Stomechinus bigranularis, serratus, sulcatus* et *Ristoni*. Sur ce nombre six espèces seulement franchissent les limites de l'étage et se retrouvent dans l'étage bathonien : *Echinobrissus Terquemi, Galeropygus Nodoti, Pygaster Trigeri, Pseudodiadema depressum* et *pentagonum, Stomechinus serratus*. Restent vingt-sept espèces qui peuvent être considérées jusqu'ici, en Lorraine, comme caractéristiques des couches bajociennes.

L'étage bathonien inférieur, moyen et supérieur est également très riche en Échinides; il nous a fourni vingt-six espèces faisant partie de treize genres : *Clypeus Ploti; Echinobrissus Terquemi, clunicularis* et *amplus; Holectypus hemisphæricus* et *depressus; Galeropygus Nodoti; Pygaster Trigeri; Cidaris Babeani, bathonica, Kœchlini, sublævis* et *læviuscula; Acrosalenia spinosa, Lycetti, Hemicidaroides* et *Berthelini; Hemicidaris granulosa; Pseudodiadema depressum* et *pentagonum; Orthopsis Peroni; Hemipedina elegans; Stomechinus Schlumbergeri, Michelini, serratus; Polycyphus corallinus*. Six espèces, qu'il est inutile de citer de nouveau, avaient fait leur apparition à l'époque bajocienne et montrent le lien qui existe, en Lorraine comme partout ailleurs, entre l'étage bajocien et les couches inférieures de l'étage bathonien, si bien délimitées au point de vue stratigraphique par M. Bleicher.

Nous ne connaissons que trois espèces d'Échinides de l'étage callovien, *Collyrites elliptica, Pseudodiadema inæquale, Pedina Gervillei,* et deux espèces de l'étage oxfordien, *Collyrites bicordata* et *Pseudodiadema superbum.*

Dans l'étage corallien, les Échinides reparaissent beaucoup plus nombreux, et nous en comptons vingt-deux espèces rangées dans onze genres : *Pygaster umbrella* et *Gresslyi ; Cidaris Blumenbachi, florigemma, cervicalis* et *propinqua ; Rhabdocidaris Orbignyi ; Pseudocidaris Quenstedti; Hemicidaris crenularis* et *intermedia ; Pseudodiadema Matheyi, arduennense, drogiacum, Pseudodiadema submamillanum,* et *neglectum ; Hemipedina Sœmanni ; Glypticus hieroglyphicus ; Pedina sublævis* et *Charmassei*; *Stomechinus perlatus* et *gyratus.* Toutes ces espèces, provenant des couches inférieures ou supérieures, sont caractéristiques et nous indiquent que l'étage corallien présente, en Lorraine, les mêmes caractères que partout ailleurs.

M. F. FOUQUÉ

Membre de l'Institut, à Paris.

SUR LES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION EMPLOYÉS A POMPÉI

— *Séance du 18 août 1886.* —

Quelques excursions faites à Pompéi en 1860, 1866, 1869, 1875 et 1878 m'ont permis d'y recueillir un certain nombre de menus débris de roches ou de terres cuites provenant des constructions antiques. J'ai pensé que la connaissance de ces matériaux pourrait être de quelque intérêt, c'est pourquoi j'en ai entrepris l'examen microscopique en me servant des procédés communément employés pour l'étude des roches.

Dans les constructions de Pompéi je signalerai en premier lieu, à l'état de masses équarries, des blocs d'un calcaire d'eau douce, riche en empreintes de plantes, provenant des bords du Sarno. Les maisons de la ville antérieures à la domination romaine sont surtout bâties avec ce calcaire, les façades en blocs taillés et les cloisons en moellons irréguliers. La domination de Rome a eu pour effet de substituer d'une façon courante, les matériaux d'origine volcanique au calcaire et le ciment à base de chaux au mortier d'argile.

Les archéologues ont établi depuis longtemps que la roche dure employée à l'édification des constructions de Pompéi provenait du sol même de la ville ou de ses environs immédiats. Et, cette roche étant de nature volcanique, on en a tiré cette conclusion importante que des épanchements de lave ont eu lieu sur l'emplacement même de Pompéi avant la fondation de la ville et, par conséquent, longtemps avant la catastrophe de l'an 79. Les plus communs de ces matériaux, compacts ou scoriacés, sont empruntés au sol même de la ville ; ceux que l'on trouve en grands blocs paraissent provenir de vastes carrières ouvertes au sud-est de la ville, près du mur d'enceinte, tout près de l'amphithéâtre et peut-être même sur l'emplacement de ce monument. Les premiers sont d'un noir foncé à peu près uniforme ou d'un rouge jaunâtre par suite de phénomènes d'altération. Ils sont peu cristallins, au moins en apparence, quand on se contente de les considérer à l'œil nu ; en général, ils sont finement poreux.

Les blocs provenant des excavations du voisinage de l'amphithéâtre sont au contraire d'un gris clair, et leur cristallinité apparaît même à l'œil nu.

On y aperçoit sans peine des prismes noir d'augite d'un noir verdâtre foncé, longs de plusieurs millimètres, larges d'un à deux millimètres, des cristaux blancs de leucite à formes arrondies, ayant en moyenne deux à trois millimètres de diamètre et des grains cristallins d'olivine de dimensions un peu moindres. A la loupe, on reconnaît même que la pâte englobant ces cristaux est également composée d'éléments cristallisés. Les cristaux noirs d'augite se détachent particulièrement sur le fond gris-clair de la roche et lui donnent un aspect porphyrique.

Le microscope vient compléter ces données. Dans la roche réduite en lames, minces, transparentes, l'augite est d'un vert clair, zonée, riche en inclusions vitreuses, caractérisée par ses formes, ses clivages et ses propriétés optiques. La leucite présente ses macles si caractéristiques, ses couronnes concentriques habituelles d'inclusions. L'olivine est également riche en inclusions vitreuses ou cristallines. Elle est remarquablement intacte. Le fer oxydulé est fréquent. Enfin, on observe encore à l'état de grands cristaux, quoique plus rarement, du labrador qui, vu en lumière polarisée entre les nicols croisés, offre de belles zones concentriques et se montre maclé presque toujours suivant la loi de l'albite et quelquefois suivant celles de Karlsbad et de Baveno. Au magma fondamental constituant l'ensemble de la cristallisation opérée en second temps se rattachent des microlithes de labrador, d'augite et de fer oxydulé. Enfin des lamelles nombreuses de biotite distribuées au milieu de ces microlithes semblent avoir achevé de

donner à la roche sa constitution définitive. La structure et la composition minéralogique de cette pierre démontrent donc que c'est une leucotéphrite à olivine qui ne diffère des laves des éruptions actuelles du Vésuve que par les dimensions plus grandes de ses cristaux.

Les blocs noirs ou jaune rougeâtre constituant la pierre à bâtir commune de Pompéi et identiques à la roche du sol même de la ville, ressemblent encore plus aux laves communes des éruptions du Vésuve. Ce sont aussi des leucotéphrites à olivine ; ces roches ne sont pas moins cristallines que celles des carrières voisines de l'amphithéâtre, mais elles sont formées de cristaux plus petits, de telle sorte que le microscope seul permet de reconnaître leur véritable structure.

Les diverses variétés de leucotéphrite du sol de Pompéi ou des carrières des environs ont été très employées pour la confection des murs, le pavage des rues, pour les seuils, les escaliers, etc. Dans la construction des murs elles sont utilisées presque exclusivement dans le mode de maçonnerie à joints irréguliers connus sous le nom d'*opus incertum*.

Les parties scoriacées, très bulleuses, soudées au moyen d'un ciment à base de chaux sont employées pour la construction des voûtes d'égout, pour les conduites d'eau, etc. Elles ont, du reste, la même constitution minéralogique que les leucotéphrites plus ou moins compactes dont il vient d'être question.

Les meules à blé ou à olives découvertes à Pompéi sont constituées aussi par des leucotéphrites, cependant elles ne paraissent pas en général appartenir aux variétés de la roche exploitées aux environs immédiats de la ville. Le diamètre plus grand des grains de leucite, la compacité plus marquée du magma de seconde consolidation, et, en même temps, la cavernosité plus accentuée de la roche permettent de rattacher la plupart de ces matériaux pierreux, soit à certains bancs qui ont été exploités aux environs de la base de la Somma, soit aux masses volcaniques de Rocca Moufina.

Des échantillons de tuf ponceux figurent encore parmi les matières employées à l'édification de Pompéi. Ils sont diversement utilisés. Quelquefois on les trouve en blocs équarris réunis par un ciment calcaire, d'autres fois en fragments irréguliers servant de matériaux de remplissage ; plus souvent ils entrent dans la composition des bétons et des ciments. Ils figurent fréquemment dans les maçonneries du type *opus reticulatum* et se rencontrent généralement dans les parties des bâtiments consacrées à l'ornementation. C'est l'introduction du tuf dans la construction qui paraît avoir surtout contribué à l'abandon du calcaire du Sarno.

Il est fréquent de trouver des murs dont la base est en calcaire,

tandis que le haut ou les parties restaurées sont en tuf. Cependant, cette dernière roche était déjà employée à Pompéi avant la conquête romaine, car elle a servi à la construction du plus ancien temple de la ville.

Des variétés nombreuses de tuf s'observent aux environs de Naples. Les principaux amas sont situés à l'ouest et au nord de la région. Citons, entre autres, le massif des Camaldules, près de Naples, et celui de l'Epomeo, dans l'île d'Ischia. La matière qui les compose est de nature andésitique.

Au point de vue minéralogique et pétrographique, ils se rattachent aux éruptions des champs Phlégréens. Ce sont les produits des projections qui ont accompagné la formation des cônes et des cratères du district volcanique qui environne Naples au nord et à l'ouest. Les éruptions qui les ont rejetées sont antérieures, pour la plupart, à celles qui ont donné naissance aux laves leucitiques les plus anciennes du Vésuve et de la Somma. On les trouve, en effet, formant le soubassement de ces éminences et recouverts par un manteau de produits leucitiques dont les lacunes seules permettent de ce côté de les apercevoir. Cependant un volcan à laves leucitiques avait déjà commencé à fonctionner dans la région du Vésuve, alors que les éruptions andésitiques des champs Phlégréens possédaient encore une grande énergie, car dans la plaine comprise entre Naples et le Vésuve les sondages artésiens ont fait rencontrer des alternances des deux catégories de matériaux volcaniques.

Dans les parties profondes des sondages, on a recueilli presque exclusivement des produits andésitiques, tandis que les couches les plus rapprochées de la surface du sol sont presque entièrement leucitiques. Depuis le commencement de l'époque historique, le foyer volcanique des champs Phlégréens ne s'est réveillé qu'à intervalles éloignés et a fourni seulement quelques éruptions, peu importantes, si on les compare à celles du Vésuve durant la même période, ce sont celle de la Solfatare de Pouzzoles, celle de l'Arso dans l'île d'Ischia, celle du Monte-Nuovo en 1538. En somme, la plupart des produits tufacés de la région napolitaine ont été émis par des volcans à laves andésitiques.

Ces tufs offrent deux variétés principales :

1° Des tufs jaunes d'origine sous-marine, offrant souvent des marques incontestables de stratification et renfermant fréquemment des coquilles de mollusques marins ;

2° Des tufs gris dans la formation desquels l'intervention de l'eau, quoique très manifeste encore, s'est exercée avec moins d'énergie. Ceux-ci proviennent d'éruptions plus ou moins complètement subaériennes.

Ces deux catégories de tufs andésitiques sont abondantes, surtout la seconde, dans les constructions de Pompéi, bien qu'elles aient dû provenir de carrières situées à plusieurs kilomètres de la ville. La facilité avec laquelle elles se taillaient et se façonnaient a certainement été la cause de la fréquence de leur emploi. L'aspect des maçonneries en tuf n'est pas agréable à l'œil, aussi ont-elles été souvent revêtues de parements en marbre ou en stuc.

Les projections des éruptions leucitiques n'ont donné lieu en général qu'à des dépôts sans cohérence ; cependant elles ont aussi exceptionnellement fourni des tufs et même on retrouve dans ceux-ci deux variétés, l'une jaune, l'autre grise, qui doivent leur facies aux mêmes causes que les variétés andésitiques. Les tufs leucitiques jaunes ont été exploités sur le bord de la mer à peu de distance de Pompéi.

Enfin, comme dans toutes les cités soumises à la domination romaine, la terre cuite joue un grand rôle dans les constructions de Pompéi. Elle y a servi à la construction des briques, des tuiles et des vases. Les plus beaux édifices de la ville présentent des murs et des colonnades en briques avec parements de marbre ou enduits de stuc.

Les échantillons de briques que j'ai recueillis en grand nombre et examinés au microscope sont tous, sans exception, formés d'éléments volcaniques. Ces briques ont été fabriquées avec une argile provenant de la décomposition des tufs. Les grains pierreux très menus qu'elles renferment fournissent les renseignements suivants : un grand nombre de ces grains ne sont que des cristaux plus ou moins brisés appartenant à des espèces minérales diverses parmi lesquelles nous citerons surtout l'augite et le labrador. On y voit aussi de la biotite et du fer oxydulé transformé en grande partie en hématite.

A côté de ces minéraux isolés on remarque des petits fragments de roches volcaniques variées. On y voit des grains d'andésite, les uns riches en matière amorphe, d'autres chargés d'éléments cristallins, avec prédominance, tantôt des grands cristaux et tantôt des microlithes. Le labrador en cristaux du premier temps de consolidation et l'augite y sont très bien conservés. D'autres grains pierreux sont de nature leucitique ; ce sont des débris de leucotéphrite provenant de la désagrégation de produits analogues au point de vue pétrographique à ceux qui constituent la Somma ou le sol de Pompéi. La leucite y est fortement altérée et presque toujours transformée en produits secondaires de détermination difficile à cause de leurs très faibles dimensions. D'après la nature de ces éléments si variés, il est probable que le lieu de fabrication des briques se trouvait en un point peu élevé au-dessus du niveau de la mer, où les eaux pluviales réunissaient les ma-

tériaux argileux ou sableux provenant de la destruction de roches volcaniques différentes. Ce lieu devait se trouver au pied du Vésuve, probablement du côté de Naples, car c'est là surtout que pouvait se produire à la fois l'apport simultané de détritus andésitiques et de débris leucitiques. Un des échantillons de briques que j'ai étudiés en lame mince a présenté une coupe de coquille bivalve qui pouvait provenir soit du tuf employé à la fabrication de la brique, soit d'un mélange accidentel d'une coquille actuelle dans l'argile.

Les tuiles et les grandes amphores en terre cuite à fond pointu que l'on a trouvées en grand nombre dans des caves et des boutiques sont d'une tout autre provenance. Ces objets ont été faits avec une argile à grain plus fin que celle des briques. On n'y observe à l'état de cristaux distincts que des lamelles de mica et de nombreux fragments de quartz. Le mica est déchiqueté, réduit en minces filaments ; les grains de quartz sont usés et roulés. Ils sont accompagnés de particules calcaires abondantes que la cuisson est loin d'avoir fait disparaître.

Le ciment argileux qui englobe ces cristaux est ferrugineux, et chaque granule d'hématite est environné d'une petite couronne de calcite qui probablement a cristallisé postérieurement à la cuisson de la terre employée. On peut supposer avec beaucoup de vraisemblance que la fabrication de ces poteries se faisait sur le terrain argilo-calcaire des bords du Sarno.

Cependant Pompéi étant située, avant l'éruption de 79, sur le bord même de la mer et pourvue d'un port, il est possible que les tuiles et les poteries fines y fussent apportées de localités bien plus éloignées.

On compte donc parmi les matériaux de construction de Pompéi : 1° du calcaire d'eau douce ; 2° des leucotéphrites compactes ou scoriacées ; 3° des tufs andésitiques et exceptionnellement des tufs leucitiques ; 4° des terres cuites (briques) à éléments volcaniques ; 5° des tuiles et poteries à éléments d'origine sédimentaire.

L'aperçu rapide qui vient d'être présenté montre ainsi la variété des matières minérales employées à la construction de Pompéi et permet de se rendre compte de l'intérêt que pourrait avoir une étude complète du sujet.

M. V. GAUTHIER

Professeur au lycée de Vanves.

ÉCHINIDES FOSSILES DE L'ALGÉRIE

— *Séance du 18 août 1886.* —

Nous avons publié cette année, MM. Cotteau, Peron et moi, le neuvième fascicule de notre ouvrage sur les Échinides fossiles de l'Algérie. Les huit fascicules précédents traitent des terrains jurassiques et crétacés, et forment deux volumes assez considérables. Le neuvième fascicule commence les terrains tertiaires, et comprend la description des Échinides éocènes.

Comme toujours, la partie paléontologique est précédée d'une longue étude stratigraphique, destinée à éclairer le lecteur sur la nature et la disposition des différentes assises dont nous devons décrire la faune échinitique, à lui indiquer les localités fossilifères, à lui donner, en somme, une idée aussi exacte et complète que possible de la géologie algérienne. M. Peron, à qui cette étude est due, fixe d'abord les limites du terrain éocène en Algérie, avec les différentes divisions qu'il y admet ; puis il nous fait parcourir les assises du Tell algérien, au nord de Constantine, en Kabylie, aux environs d'Alger. De là il descend plus au sud, suit une nouvelle ligne qui passe par Sétif, Bordj-bou-Aréridj, Msilah ; puis, plus à l'ouest par Boghar et Médéah, et il s'arrête aux environs de Teniet-el-Haad, pour nous donner une description plus détaillée de la remarquable localité du Kef Iroud. Enfin l'auteur aborde les hauts plateaux, nous montre la coupe de l'éocène près de Zoui, et termine par un coup d'œil sur le même terrain en Tunisie d'un côté, et de l'autre dans la province d'Oran et le Maroc, où il a été encore peu étudié.

Après la partie stratigraphique vient la description des Échinides recueillis dans la vaste étendue de terrain que j'ai indiquée plus haut. L'éocène du nord algérien est peu fossilifère. Deux ou trois localités à peine sont assez riches ; partout ailleurs les fatigues du paléontologiste sont mal récompensées. Par une heureuse coïncidence, la publication de notre travail s'est faite en même temps que M. Cotteau commençait, dans la *Paléontologie française,* l'étude bien plus considérable des Échinides éocènes recueillis en France. Cette coïncidence nous a permis des rapprochements pleins d'intérêt, des comparaisons fructueuses.

Les Échinides, appartenant aux différentes couches de l'Algérie, et que j'ai décrits dans ce neuvième fascicule, représentent vingt-six espèces; dix-neuf ont été recueillies au Kef Iroud, dans le département d'Alger; les sept autres dans le département de Constantine. La faune échinitique de ces deux principaux gisements est complètement différente, ce qui semble prouver que les couches qui contiennent ces restes fossiles ne sont pas au même niveau. Toutes les espèces sont particulières au nord africain, à l'exception d'une seule, le *Schizaster vicinalis,* qui est assez commun à Biarritz.

Quatre espèces, provenant toutes de l'est du département de Constantine, étaient depuis longtemps décrites par Coquand (1862). Ce sont :

Macropneustes Baylei.
— *Arnaudi.*
Pseudopygaulus Trigeri.
Sismondia Desori.

Huit espèces appartenant à la localité du Kef Iroud ont été décrites par M. Pomel quelques jours seulement avant la publication de notre fascicule. Ce sont :

Sarsella mauritanica.
Pseudopatagus cruciatus, qui est un véritable *Euspatangus.*
Schizaster Mac Carthyi.
Pericosmus Nicaisei.
Echinanthus Badinskii.
Echinolampas sulcatus.
— *florescens.*
Clypeaster atavus.

Ce dernier Échinide est fort intéressant, car jusqu'à présent les clypéastres ne sont pas nombreux dans les terrains éocènes.

Les quatorze espèces restant n'avaient jamais été mentionnées en Algérie avant nos recherches.

Onze proviennent du Kef Iroud :

Echinocardium nummuliticum.
— *dubium.*
Euspatangus subrostratus.
— *Hagenmülleri.*
Tuberaster tuberculatus.
Macropneustes elongatus.
Macropneustes abruptus.
Schizaster vicinalis, Ag.
Linthia bisulca?
Echinolampas Nicaisei.
— *Maresi.*

Trois proviennent de Zoui et d'Aïn-Ougrab :

Schizaster Meslei.
— *concinnus.*
Pseudopygaulus buccalis.

On remarquera dans cette liste un genre nouveau, *Tuberaster,* qui prend place entre les *Euspatangus* et les *Gualtieria.* On remarquera également qu'il ne s'y trouve pas un seul Échinide régulier, ce qui prouve sans doute que ceux qui ont exploré ces pays difficiles n'ont pas encore rencontré tous les gisements fossilifères. La plupart des exemplaires que j'ai pu étudier ont été recueillis par notre infatigable collègue M. le Mesle, qui a parcouru l'Algérie à plusieurs reprises, et m'a fait largement profiter du produit de ses excursions.

M. Émile RIVIÈRE

A Paris.

LA GROTTE DES GERBAI

— *Séance du 19 août 1886.* —

La grotte des Gerbai est située sur le territoire du petit hameau de Grimaldi, commune de Ventimiglia (Italie), à deux cents mètres environ de la sortie — côté Est — du souterrain des Balzi-Rossi et de la septième caverne des Baoussé-Roussé ou grottes de Menton et à cent trente mètres de la mer, dont elle est séparée seulement par la pointe de Gerbai (*Punta dei Gerbai,* en patois italien), d'où son nom.

Elle a été mise à découvert par les travaux de construction du chemin de fer de Menton à Gênes, qui coupent en tranchée le plateau dans lequel elle est creusée.

J'ai dû l'explorer dès qu'elle a été découverte, les dangers d'éboulements qu'elle présentait nécessitant qu'elle fût promptement murée. Ses dimensions étaient de 2 mètres de largeur à l'entrée sur $2^{m},50$ de profondeur. Son altitude était de 9 mètres environ au-dessus de la voie ferrée. Sa voûte était formée par des blocs juxtaposés. Elle ne présentait ni stalactites aux parois, ni stalagmites à la surface du sol; celui-ci est formé par une sorte de terre sablonneuse, friable, d'un gris blanchâtre, au milieu de laquelle on trouve quelques rares cailloux roulés et peu ou point de fragments de roches brisées. On n'y rencontre la trace d'aucun foyer, point de cendres, point de charbon, rien en un mot de l'habitation de l'homme comme dans les grottes de Menton proprement dites.

Je n'ai pas pu faire fouiller cette caverne sur une épaisseur de plus d'un mètre environ, un accident dont je faillis être victime m'ayant malheureusement forcé à discontinuer mes recherches au bout de peu de temps.

En effet, certain jour, je venais à peine de quitter cette grotte, que les ouvriers commençaient à murer par ordre des ingénieurs italiens, lorsqu'un bloc du rocher, du volume d'au moins deux mètres cubes, s'en détachant, tombait sur la voie ferrée, brisait les échafaudages dressés contre la muraille pour parvenir dans la grotte, blessait très grièvement dans sa chute un des ouvriers du chemin de fer, mettant ses jours en danger, tandis que je recevais aussi quelques contusions.

Cette caverne ne présente aucune trace du passage de l'homme et ne contient aucun instrument en os, aucun silex taillé, aucun objet percé intentionnellement pour être porté suspendu.

Les ossements que j'y ai recueillis sont extrêmement fragiles; ils offrent une teinte d'un gris blanchâtre, analogue à celle du sol; la plupart d'entre eux sont brisés, soit naturellement dans le sol, soit accidentellement par mes ouvriers ou par moi-même en les extrayant. Quelques-uns portent l'empreinte de dents qui les auraient rongés ou mordus; ce sont ceux de petits ruminants.

Les dents sont généralement entières; quelques-unes sont des dents de lait et appartiennent soit au sanglier, *Sus scrofa fossilis*, soit à quelques animaux du genre Cerf, *Cervus*. J'ai trouvé aussi quelques coprolithes de l'hyène des cavernes, *Hyæna spelæa*.

D'après les échantillons que j'y ai recueillis, il est vivement à regretter, au point de vue de l'étude comparative de cette caverne avec celles qui ont été habitées par l'homme, que le peu de solidité des parois de cette grotte, aujourd'hui fermée, ne m'ait pas permis d'y continuer mes recherches. Néanmoins l'ensemble des objets que j'y ai rencontrés me paraît constituer une faune assez intéressante pour communiquer les résultats de mes fouilles à la section de géologie.

Cette faune se compose des animaux suivants : Vertébrés et Invertébrés :

A. — VERTÉBRÉS.

a. *Mammifères.*

1° CARNASSIERS. — *Ursus spelæus*, Ours des cavernes : un maxillaire inférieur presque entier avec partie de ses dents; autres dents incisives, prémolaires et molaires; un certain nombre d'ossements.

Ursus arctos, Ours commun : divers ossements et dents.

Talpa europæa fossilis, Taupe : un maxillaire inférieur et quelques ossements.

Canis lupus, Loup : plusieurs mâchoires supérieures et inférieures brisées; dents et os.

Canis, plus petit que le loup, peut-être le *Canis aureus*, Chacal : une portion de la branche gauche du maxillaire inférieur avec deux dents molaires, ainsi qu'un troisième métatarsien droit.

Canis d'une taille intermédiaire entre le loup et le chacal : quelques ossements.

Canis vulpes, Renard : plusieurs dents.

Mustela foina, Fouine : une dent canine supérieure gauche et un métatarsien.

Mustela marta, Martre : une tête entière, moins les dents de la mâchoire supérieure.

Lutra antiqua, Loutre des cavernes : plusieurs ossements.

Hyæna spelæa, Hyène des cavernes : une mâchoire inférieure avec plusieurs dents molaires; un certain nombre d'autres dents, dont plusieurs de lait; ossements et coprolithes, ces derniers au nombre d'une douzaine.

Felis spelæa, Lion ou Grand Chat des cavernes : quelques dents et ossements.

Felis antiqua, Panthère : plusieurs pièces dont une dent, la carnassière supérieure gauche.

Felis lynx, Lynx : extrémité inférieure d'un humérus gauche.

Nous avons trouvé, en outre, une vertèbre coccygienne et une dent de carnassier tellement usée que nous n'avons pu déterminer l'animal auquel elles appartenaient.

2° Rongeurs. — *Arctomys primigenia,* Marmotte primitive : une tête, plusieurs mâchoires supérieures et inférieures et divers ossements.

Lepus cuniculus, Lapin : mâchoires et ossements.

Lepus timidus, Lièvre : plusieurs pièces osseuses.

Mus arvalis, Mulot : un certain nombre de mâchoires et d'ossements.

Arvicola terrestris, Schermaus : plusieurs mâchoires supérieures et inférieures et ossements.

Arvicola amphibius, Rat d'eau : mâchoire et dents.

3° Pachydermes. — *Rhinoceros*..... plus petit que le *leptorhinus,* peut-être le *tichorhinus :* extrémité supérieure du radius droit; extrémité supérieure du fémur du même côte ; deux côtes.

Equus caballus, Cheval : trois dents molaires dont deux de lait, appartenant à un animal de taille ordinaire.

Sus scrofa fossilis, Sanglier fossile : mâchoires, dents et ossements divers.

4° Ruminants. — *Cervus alces,* Élan : extrémité d'un bois.

Cervus elaphus, Cerf commun : plusieurs pièces.

Cervus capreolus, Chevreuil : quelques dents et os.

Capra primigenia. Chèvre primitive : plusieurs dents et un fragment de noyau osseux d'une corne.

Bos primigenius, Bœuf primitif : deux dents molaires, une extrémité supérieure de fémur droit et deux os du pied : un calcanéum et une phalange.

b. *Reptiles.*

Nous n'en avons trouvé aucun reste, ils font absolument défaut dans la grotte des Gerbai.

c. *Oiseaux.*

Les oiseaux dont nous avons trouvé les restes dans cette caverne sont peu nombreux, contrairement à ce que nous avons constaté dans les grottes voisines; ils appartiennent aux espèces suivantes :

1° Passereaux. — *Corvus pica,* Pie : quelques pièces.

Pyrrhocorax primigenius, Chocard des cavernes : plusieurs pièces.

Sturnus vulgaris, Étourneau commun ou Sansonnet : plusieurs os.

2° Gallinacés. — *Columba palumbus,* Pigeon ramier : ossements assez nombreux.

Tetrao albus, Lagopède blanc : quelques os en mauvais état, sauf un humérus gauche.

Perdix græca, Bartavelle : quelques os.

d. *Poissons.*

La grotte des Gerbai ne nous a donné aucun débris, aucun vestige de poisson d'eau douce ou de poisson de mer. De même que les reptiles, ils font complètement défaut ici.

B. — Invertébrés.

b. *Mollusques.*

Les coquillages recueillis dans la grotte sont en très petit nombre : ils appartiennent tous à des espèces vivantes, marines ou terrestres.

Les espèces marines sont à la fois méditerranéennes et océaniques.

1° Marines (Acéphales). — *Pecten maximus,* Linné : un fragment de valve.

Pecten varius, Linné : deux valves.

2° TERRESTRES (GASTÉROPODES). — *Helix niciensis*, Férussac : quinze échantillons.
Helix vermiculata, Müller : trois exemplaires.
Zonites olivetorum, Gmelin : une coquille.
Cyclostoma elegans, Müller : deux échantillons.

En résumé, le nombre des ossements et des dents recueillis dans la grotte des Gerbai s'élève à 598 pièces, lesquelles appartiennent pour la plupart à des animaux de la classe des carnassiers, ce qui différencie cette caverne des précédentes, où les animaux qui prédominent sont des ruminants, des rongeurs et des oiseaux. Ces différences s'expliquent très bien par le fait de l'habitation de l'homme, dont ces animaux formaient la base de l'alimentation. C'est égalememt le défaut d'habitation de cette grotte qui donne l'explication de la rareté des coquilles, dont le nombre est seulement de *vingt-quatre* au lieu de près de *quarante mille* trouvées dans les six cavernes voisines, cavernes des Baoussé-Roussé dites grottes de Menton. Elle se rapproche, au contraire, par ces caractères, sinon par la faune qui ne présente avec elle que de rares analogies, de la grotte de Grimaldi, dont j'ai entretenu la section de géologie, en 1878, au Congrès de Paris.

Je dois ajouter, en terminant, que j'ai trouvé, parmi les oiseaux, deux espèces que je n'avais pas rencontrées dans les grottes de Menton, savoir :

1° L'étourneau commun ou sansonnet (*Sturnus vulgaris*), que je n'ai vu cité nulle part jusqu'à présent dans les cavernes ;

2° Le lagopède blanc (*Tetrao albus* ou *Lagopus albus*), sur lequel M. A. Milne-Edwards a appelé l'attention comme ayant laissé de nombreux vestiges dans la plupart des cavernes de France, notamment dans les grottes de la Gorge-d'Enfer, des Eyzies, de l'Herm, de Massat, de Gourdan, de Lourdes et d'Aurignac.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII.

Faune de la grotte des Gerbai.

(Toutes les figures sont de grandeur naturelle.)

1. *Talpa europæa fossilis.* — Mâchoire inférieure gauche brisée.
2. *Ursus spelæus.* — Dent prémolaire inférieure gauche.
3. *Ursus spelæus.* — Première, deuxième et troisième phalanges du pied.
4. *Canis lupus.* — Fragment de maxillaire supérieur gauche avec sa dernière molaire et sa tuberculeuse.
5. *Lutra antiqua.* — Partie supérieure d'un humérus droit.
6. *Canis vulpes.* — Dent carnassière inférieure gauche.
7. *Hyæna spelæa.* — Dent carnassière supérieure gauche.
8. *Hyæna spelæa.* — Troisième molaire inférieure droite.
9. *Hyæna spelæa.* — Première incisive supérieure droite.
10. *Felis spelæa.* — Incisive inférieure.
11. *Felis antiqua.* — Première phalange.
12. *Felis antiqua.* — Dent carnassière supérieure gauche.
13. *Felis lynx.* — Extrémité inférieure de l'humérus gauche.
14. *Arctomys primigenia.* — Mâchoire inférieure gauche.
15. *Canis aureus.* — Troisième métatarsien droit.
16. *Mus arvalis.* — Maxillaire inférieur droit.
17. *Arvicola* de la taille du Schermaus. — Maxillaire inférieur droit avec son incisive.

18. *Lepus cuniculus.* — Calcanéum gauche.
19. *Equus caballus.* — Dent molaire inférieure.
20. *Sus scrofa fossilis.* — Molaire supérieure (dent de lait).
21. *Sus scrofa fossilis.* — Incisive inférieure médiane.
22. *Sus scrofa fossilis.* — Deuxième molaire supérieure gauche.
23. *Cervus elaphus.* — Dent molaire inférieure.
24. *Cervus elaphus.* — Première phalange.
25. *Cervus capreolus.* — Dent molaire inférieure.
26. *Capra primigenia.* — Dernière dent molaire inférieure.
27. *Mustela foina* — Métatarsien.
28. *Tetrao albus.* — Humérus gauche.
29. *Sturnus vulgaris.* — Humérus gauche.
30. *Pyrrhocorax primigenius.* — Extrémité inférieure d'un fémur.
31. *Pecten varius.*
32. *Helix niciensis.*
33. *Helix vermiculata.*
34. *Zonites olivetorum.*
35. *Cyclostoma elegans.*

M. Émile RIVIÈRE

A Paris

DÉCOUVERTE D'UN GISEMENT QUATERNAIRE DANS L'ANGOUMOIS

— *Séance du 19 août 1886.* —

Messieurs,

Le gisement quarternaire sur lequel j'ai l'honneur d'appeler votre attention m'est tout récemment connu; la découverte en a été faite dans les circonstances suivantes. M. de Laurières ayant, dans une de ses nombreuses excursions, aperçu non loin du moulin Quinat quelques ossements qui faisaient saillie dans une sorte de talus ou contrefort du chemin conduisant audit moulin, les dégagea avec soin et prit une note sur la situation et l'étendue de ce gisement.

Mais la nature de ses recherches habituelles ayant une tout autre direction que celle des études géologiques, M. de Laurières me communiqua, peu de temps après son retour à Paris, les quelques pièces qu'il avait rapportées et voulut bien me faire l'honneur de me consulter à leur sujet.

Leur intérêt était si évident que je le priai de vouloir bien faire faire en mon nom, par une personne sûre de la localité, une première fouille superficielle et de m'en faire envoyer les résultats le plus promptement possible, certain d'avance qu'il s'agissait là d'une étude intéressante à faire.

Les résultats qui ont été obtenus m'ont été gracieusement envoyés et offerts; ils ont absolument confirmé mes prévisions. En effet, une fouille de quelques heures seulement, faite sur mes indications par le propre neveu de M. de Laurières, a donné des spécimens parfaitement

conservés d'une faune intéressante, dans laquelle les ruminants et les pachydermes prédominent. Le nombre des dents recueillies en une

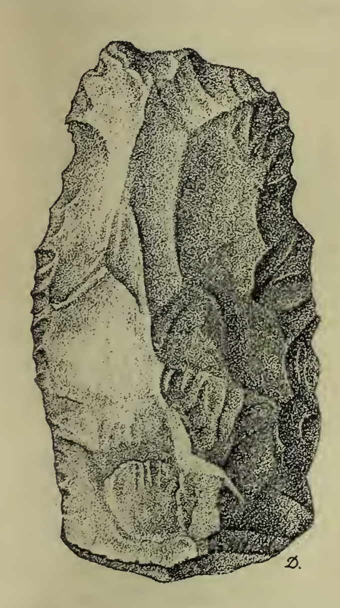


Fig. 1. — Racloir en silex, retaillé sur les bords latéraux.

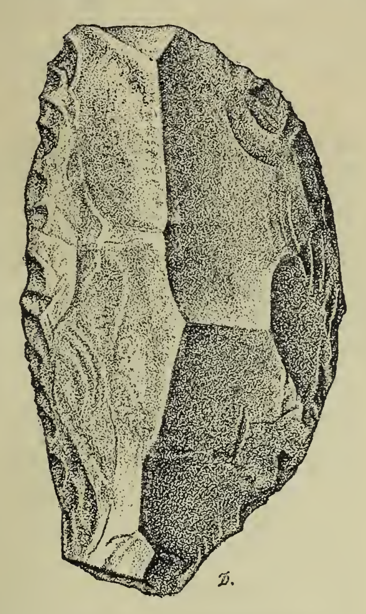


Fig. 2. — Grattoir en silex, légèrement boisé à son extrémité supérieure et retaillé sur ses bords latéraux très minces.

après-midi n'a pas été moindre de 83, et seules m'ont été envoyées celles qui étaient entières ou à peu près entières. Les ossements en bon état de conservation atteignent également à peu près le même chiffre. Enfin la même fouille a mis au jour aussi de très beaux silex taillés au nombre de 44, parmi lesquels j'ai choisi, pour vous les montrer, les seize pièces les mieux conservées : trois d'entre elles sont figurées ici : un racloir, un grattoir et une pointe moustérienne. Soit donc en tout environ deux cents pièces intéressantes, pour l'étude des terrains quarternaires et pour celle aussi de la contemporanéité de l'homme et des animaux de cette époque.

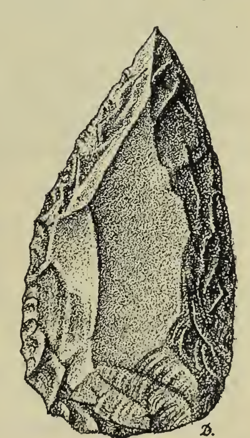


Fig. 3. — Pointe moustérienne en silex, intacte, parfaitement retouchée sur sa face supérieure et sur tout son pourtour.

Ces résultats constituent une découverte que j'ai la ferme intention de poursuivre en me rendant sur les lieux et en explorant complètement par moi-même, et aussitôt que cela me sera possible, avec l'aide des ouvriers nécessaires, le gisement quarternaire du moulin Quinat. J'espère pouvoir vous les communiquer au Congrès de l'année prochaine.

M. René NICKLÈS

Ingénieur civil à Dommartemont, près Nancy, et à Paris.

SUR UNE ASTÉRIE (STELLASTER SHARPII) DU BAJOCIEN DES ENVIRONS DE NANCY

— *Séance du 19 août 1886.* —

J'ai eu, il y a quelques années, la bonne fortune de trouver une astérie dans le bajocien des environs de Nancy. Aucun échinoderme de cet ordre n'ayant été rencontré à ce niveau en Lorraine, j'ai pensé que son excessive rareté justifierait les quelques lignes que je lui consacre.

L'échantillon que j'ai trouvé au Haut-de-Chèvre (la Foucotte), près de Nancy, appartient presque à la base de l'assise supérieure du bajocien. C'est en effet avec le *Pecten articulatus* que je l'ai rencontré, c'est-à-dire immédiatement au-dessus de l'horizon à *Clypeus angustiporus* et en dessous des *Oolithes cannabines* à *Phasianella striata :* c'est donc dans la masse inférieure des *Calcaires* à *polypiers* qui, on le sait, constituent, en Lorraine, l'assise supérieure de l'oolithe inférieure.

C'est le *Stellaster Sharpii,* décrit et figuré par Wright (*Paleontographical Society, 1880*) d'après un échantillon provenant de l'*oolithe inférieure* de Northampton, et se rapprochant beaucoup d'un *Stellaster* trouvé dans le calcaire à entroques des environs de Mâcon, le *Stellaster Berthandi* (*Paleontogr. 1880*), dont il diffère, dit M. Wright, par ses dimensions plus grandes et ses espaces interambulacraires plus arqués sur leurs bords. D'après cette description, l'échantillon que je possède se rapporte au *Stellaster Sharpii.*

Je ne ferai pas ici la description de ce fossile, M. Wright en ayant indiqué les caractères avec beaucoup de précision : je donnerai seulement ses dimensions.

Il mesure en effet :

Du centre du disque à l'extrémité des bras, 55 millimètres ;

Du centre du disque au bord externe le plus rapproché de lui, 16 millimètres.

Cette astérie a donc un diamètre de 71 millimètres.

La distance des extrémités de deux bras non voisins est d'environ 10 centimètres.

La largeur du bourrelet marginal du disque varie entre 2 et 4 millimètres.

La conservation relativement bonne de ce *Stellaster* est due à la présence dans la roche d'une mince couche d'argile qui a préservé la partie inférieure, la seule que l'on puisse voir d'ailleurs, la partie supérieure étant adhérente au morceau de roche calcaire sur lequel l'astérie est fixée. Le fossile est entièrement transformé en spath.



Stellaster Sharpii, Wright. Gr. nat.

S'il est à regretter que M. Wright n'ait pas eu connaissance de l'horizon exact de l'oolithe inférieure où le *Stellaster Sharpii* qui lui a servi de type a été trouvé, il n'en est pas moins intéressant de penser que ce *Stellaster* existe à peu près au même niveau, en Angleterre et en Lorraine ; c'est simplement ce fait que j'ai pensé devoir signaler aux personnes s'occupant d'échinodermes et d'astéries en particulier.

M. le Dr L. QUÉLET

Président de la Société mycologique de France.

QUELQUES ESPÈCES CRITIQUES OU NOUVELLES DE LA FLORE MYCOLOGIQUE DE FRANCE[1]

— Séance du 13 août 1886. —

Amanita coccola, Scop., var. *Barlæ, Q. Blanc.* Stipe long (0m,1 — 0m,15), épais (0m,1 — 2), farci d'une moelle floconneuse, strié au-dessus d'un anneau membraneux-floconneux, souvent oblitéré, floconneux au-dessous; bulbe napiforme et radicant. Volva ample, *épais,* villeux, blanchâtre puis chamois pâle. Chapeau convexe (0m,06 — 10), épais, lubrifié, floconneux au bord qui n'est sillonné qu'à l'état de vétusté, taché à l'air de *rose vineux.* Chair compacte, sapide, blanche, *rosée* à l'air. Lamelles libres, farineuses au bord, *blanc de cire, rosées* au toucher. Spore ovoïde ou ellipsoïde (0mm,01 — 14), guttulée, hyaline. (Pl. IX, fig. 1.)

Été. — Dans les montagnes de la région méditerranéenne (Barla).

A. lepiotoides, Barla. (*Supplément aux champignons de Nice,* t. VIII, fig. 1-8.) Chapeau couvert de *mèches fauves,* formées par le voile, aux dépens de sa couche intérieure et *soudées* à la cuticule par une dessiccation rapide qui a empêché le glissement du volva et a produit, à la fin, des aréoles crevassées offrant l'aspect d'un chapeau de *lepiota.*

Printemps. — Mondaour dans les Alpes-Maritimes, sur la silice (Barla).

Ce n'est qu'une forme météorique du précédent qui ne diffère lui-même d'*ovoidea* que par le stipe farci au lieu d'être plein, par la nuance des lamelles et surtout par la teinte rosée qu'il prend à l'air. L'*Hypophyllum cucullatum,* Paulet, qui pourrait être la même espèce, en différerait par le stipe plein et les lamelles rosées, caractères qui le feraient plutôt identifier avec la variété *leiocephala,* D. C., si toutefois il y a un anneau comme l'affirme Léveillé.

GYROPHILA LUTEOVIRENS, A. et S. (*stramineus,* Krbz, t. XXV, fig. 8-14). Stipe fibro-charnu, court, blanc, orné de mèches retroussées formant un anneau et une frange au bord du chapeau. Chapeau compact, globuleux-convexe (0m,06 — 8), pruineux puis tessellé au milieu, *jaune-paille* ou *jonquille,* peluchéux au bord. Chair ferme, très épaisse, blanche puis crème-jonquille, sapide, douce puis amaricante. Lamelles *sinuées, libres,* blanc-crème puis paille. Spore ovoïde-sphérique (0mm,007 — 8), ocellée et blanche.

Automne. — En cercles dans les pâturages du haut Jura, parmi les buissons de buis et de genévrier (Juges Guyénot et Baudot). Il ressemble à *Lentinus lepideus* et est affine à *acerba.*

GYROPHILA ONYCHINA, Fr. (Ic. sel., t. XXXIX, fig. 2). Stipe plein, grêle, *fibrilleux, strié,* crème-jonquille, puis *purpurin* ou *lilacin* surtout au sommet. Chapeau convexe-mamelonné (0m,03 — 4), pruineux, *bai-purpurin,* soyeux et *violeté* au bord. Chair fragile, sapide, jonquille. Lamelles sinuées ou libres, serrées, *crème-jonquille.* Spore ovoïde (0mm,004 — 5), pointillée, blanche.

1. Ce mémoire peut être considéré comme le 15e supplément de l'ouvrage *Les Champignons du Jura et des Vosges,* 1870-1875.

Automne. — Dans les sapinières moussues et montagneuses, Alpes-Maritimes (Barla). Affine à *chrysentera.*

Gyrophila nictitans, Fr., est une variété de *acerba* dont la marge n'est que légèrement pubescente et pruineuse et dont la saveur paraît moins prononcée.

Omphalia circinata (Fr. Ic. sel., t. LXXXVIII, fig. 1.). Quoique lignicole, il n'a pas la spore du genre *Pleurotus* mais celle du groupe des *candicantes* du genre *Omphalia* dont il présente aussi le même voile *glacé* qui le fait ressembler à *phyllophila.*

OMPHALIA ORBIFORMIS, Fr. ? var. *incana,* Q. Stipe droit, aminci de bas en haut, long, *tendre,* plein, gris-perle, cotonneux et blanc à la base. Chapeau convexe plan (0^m,03 — 5), mince, hygrophane, pruineux, *gris-blanc,* glaucescent, *blanc* au bord. Chair molle, grisâtre, inodore. Lamelles émarginées, uncinées, horizontales, *gris-blanc.* Spore ovoïde (0^{mm},01), hyaline.

Automne. — Dans les forêts arénacées, sous les conifères, Vosges. Il ressemble à *rancida* et à *metachroa.*

CALATHINUS MASTRUCATUS, Fr. (*echinatus,* Sow., t. XCIX). Résupiné, cupuliforme, puis latéral et conchoïde (0^m,03 — 8), *hérissé* de *squamules retroussées, cendré* ou *bistre* avec une teinte lilacine, cotonneux et blanc à la base. Chair blanc-crème sous une couche gélatineuse, épaisse et hyaline. Lamelles radiées, blanc de cire, gris lilacin vers la marge. Spore ellipsoïde-pruniforme (0^{mm},007 — 9), hyaline.

Automne. — Sur les souches, hêtre, Fontainebleau (Bernard et Feuillaubois).

MYCENA VIRENS, Bull., t. DLX, fig. 2. Stipe filiforme, fistuleux, glabre, *violacé* (verdoyant puis blanchissant), diaphane, hérissé de poils blancs à la base. Chapeau campanulé (0^m,01), membraneux, *strié, olive verdoyant* puis blanchissant, avec des stries bistrées. Lamelles adnées, ténues, ventrues et *blanches.* Spore ovoïde-pruniforme (0^{mm},009), grenelée, hyaline à reflet verdâtre.

Été-automne. — Dans les clairières des bois, sur des brindilles. Jura, Gironde (Merlet).

HYGROPHORUS LEPORINUS, Fr. (Schæf., t. CCCXIII). D'une belle couleur *brique incarnat.* Stipe plein, ferme, rigide, incarnat briqueté, revêtu de *fibrilles appliquées, soyeuses,* d'un *blanc incarnat,* atténué et blanc à la base. Chapeau convexe (0^m,03 — 6), bossu, épais, *scrobiculé-floconneux,* incarnat briqueté, marge festonnée puis fendillée, soyeuse. Chair compacte, sapide, blanc roussâtre. Lamelles arquées, décurrentes, ramifiées, épaisses, *incarnat-aurore.* Spore ovoïde-sphérique (0^m,006 — 7), hyaline verdâtre. (Pl. IX, fig. 3.)

Été. — Dans les pelouses sèches des collines jurassiques. Très affine à *nemoreus* et à *pratensis.*

Dryophila muricella, Fr., var. *graminis,* Q. Stipe fibro-charnu, finement fistuleux, flexueux, grêle, épaissi vers la base, fibrillo-soyeux, *crème-sulfurin,* puis fauve, cotonneux et blanc à la base. Cortine soyeuse, jaune et très fugace. Chapeau convexe puis déprimé (0^m,01 — 2), mince, translucide, lubrifié, soyeux, *jaune* puis *fauve* au centre et *tacheté* ou *grenelé* de *brun.* Chair crème-jonquille, douce. Lamelles adnées ou émarginées, flexueuses, *crème-jonquille* puis *sulfurines* et enfin *souci* tachetées de rouille. Spore pruniforme-ellipsoïde (0^{mm},007 — 9), guttulée, jaune fauve.

Automne. — En troupe dans les prés humides, les marais, sur les souches de graminées, de carex et de scirpes. Tyrol (Brésadola), Jura, Vendômois (Peltereau). Il ressemble à *muricella,* Fr. (Ic. sel., t. CXX, fig. 1), dont il se distingue par le chapeau fibrilleux, par la cortine, par les lamelles d'un jaune vif et par le stipe fistuleux.

Cortinarius oliveus, Q. Stipe fibro-charnu, tendre, satiné, *sulfurin* pâle, ovoïde et verdoyant à la base; cortine jaune puis rouillée. Chapeau convexe (0^m,03 — 4), finement rayé par des fibrilles innées, visqueux, *vert olive.* Chair tendre, citrine, olivâtre sous la cuticule et au bas du stipe, douce et inodore. Lamelles sinuées, *améthyste* puis rouillées. Spore en amande (0^{mm},011 — 12), grenelée et fauve. (Pl. IX, fig. 4.)

Automne. — Dans les forêts de pins maritimes, Provence (Dr Réguis). Il est affine à *calochrous* dans les *cliduchii.*

Cortinarius orichalceus, Batsch. var. *russus,* Fr. Stipe fibro-charnu, renflé à la base, fibrillo-soyeux, blanc citrin; cortine fugace, citrine. Chapeau convexe (0^m,04 — 6), visqueux, *roux cuivré,* plus pâle au bord. Chair crème-jonquille, *violetée* sous la cuticule, acidule âcre, vireuse. Lamelles sinuées, *jonquille, violetées* vers la marge. Spore en amande (0^{mm},01 — 11), verruqueuse, jaune fauve.

Automne. — Dans les forêts du Vendômois (Peltereau).

Paxillus helomorphus avec sa forme *scambus,* Fr., doit être considéré comme l'état de maturité de *tricholoma* A. et S. qui perd les poils de la marge; *Gnaphalio cephalus,* Bull., t. DLXXVI, fig. 1 (*strigiceps,* Fr.), est une forme du même dont les poils s'étendent jusque sur le disque du chapeau.

Paxillus griseo-tomentosus, Sec. Stipe épais, oblique, spongieux, *velouté, ris,* bistré, *bulbeux* ou *renflé* à la base. Chapeau excentrique, convexe plan (0^m,1), orbiculaire ou linguiforme, glabre, *tomenteux au bord,* argileux ou chamois, puis brun clair. Chair épaisse, aqueuse et molle, gluante, *crème bistré,* à odeur agréable. Lamelles décurrentes, souvent fourchues, réunies par des veines, serrées, minces, crème argileux puis argileuses. Spore pruniforme (0^{mm},008 — 9), grisâtre.

Automne. — En touffe au pied des chênes, Morvan (capitaine Lucand). Lucand, Icones, fasc. 7, pl. 165.

Lactarius jecorinus, Fr. Stipe creux, grêle, fragile, pruineux, *crème* puis *ocracé.* Chapeau convexe (0^m,01 — 3), mamelonné, puis déprimé, pruineux, puis *ridé* au centre et *strié* au bord, translucide, *incarnat-olive* pâlissant. Chair et lait blancs, âcres, puis paille ou incarnats. Lamelles étroites, adnées, pruineuses, *crème* puis *incarnat rosé.* Spore ellipsoïde-sphérique (0^{mm},008), finement grenelée, paille.

Été. — Sur la terre de bruyère humide. Bouches-du-Rhône (Dr Réguis). C'est une variété de *cupularis.*

Russula fusca, Q. Stipe plein, rigide, glabre et *blanc de lait.* Chapeau convexe puis déprimé en coupe (0^m,06 — 8), tacheté, *brun ocracé,* plus foncé au milieu; pellicule visqueuse; marge unie puis brièvement sillonnée. Chair compacte, blanc-crème, douce, parfumée. Lamelles sinuées, bifurquées, veinées à la base, blanc de lait puis crème ocracé. Spore ellipsoïde-sphérique (0^{mm},009), finement aculéolée, blanc-crème. (Pl. IX, fig. 5.)

Été. — Dans les forêts mêlées, Jura, Vosges (Dr Raoult). Très affine à *olivascens* et à *alutacea.*

Lentinus vulpinus, Fr. (Icon., t. CLXXVI, fig. 1. Kalch. Icon., t. XXX, fig. 1). Sessile, imbriqué et conné, conchoïde (0^m,04 — 8), finement *veiné-ridé,* velouté-tomenteux, glabre au bord, *crème ocracé* puis *chamois.* Chair tenace, blanche, inodore. Lamelles dentelées, pruineuses, *blanc de lait.* Spore ovoïde-sphérique (0^{mm},005 — 6), ocellée, hyaline à reflet citrin.

Été-automne. — Sur les troncs, tilleul, pin, etc. Alpes-Maritimes (Barla).

Dictyopus torosus, Fr. Stipe épais, *pointillé* de flocons pulvérulents, *finement réticulé, jonquille* puis *purpurin.* Chapeau hémisphérique (0^m,1), pubescent,

grisâtre, *panaché* d'*olive* et de *rose,* puis taché de pourpre noirâtre. Chair molle, jonquille, bleue ou verte à l'air, douce et parfumée. Tubes sulfurins, puis verts et pourpres; pores petits, arrondis, *jonquille* puis *purpurins.* Spore ellipsoïde-cylindrique (0mm,012), guttulée, olive.

Été. — Dans les forêts mêlées, Jura méridional, Fontainebleau (Bernard). Paraît intermédiaire entre *appendiculatus* et *erythropus.*

Uloporus Mougeotii, Q[1]. Stipe plein, pubescent-pruineux, *jonquille* aux extrémités, d'un *rouge-aurore* au milieu. Chapeau convexe (0m,03 — 6), flexueux, soyeux-tomenteux, *panaché* de *rose* et d'*olive* clair puis *brun bistré.* Chair tendre, acidule, jonquille pâle, instantanément *bleu verdoyant* puis *violette,* rouge à la base du stipe. Tubes très courts (1 — 2mm); pores sinueux-contournés, *crème-jonquille* puis verts. Spore ellipsoïde-oblongue (0mm,01 — 12), 3 — 4 guttulée, jonquille. (Pl. IX, fig. 6.)

Été. — Dans les forêts de conifères des Vosges (A. Mougeot).

Cerioporus Rostkowii, Fr., *infundibuliformis,* Rostk, *Polypori,* t. XVII. Stipe excentrique, long, *réticulé,* grenelé, *bistre noir.* Chapeau cyathiforme (0m,03 — 5), ondulé, mince, *lisse, chamois* clair puis rayé et bistré. Chair tendre, blanche, sapide. Pores très décurrents, jusqu'à la base du stipe, du côté libre, pentagones oblongs (1mm, — 1,5), denticulés, ténus, *blancs* puis ocracés. Spore ellipsoïde-oblongue (0mm,012), guttulée et blanche.

Été. — Cespiteux sur les troncs, érable, frêne, Pyrénées (Forquignon).

Placodes fucatus, Q. Dimidié-conchoïde (0m,05), ondulé-ridé, glabre ou pruineux, *fauve roux, teinté de pourpre ;* marge amincie et zonée. Chair subéreuse et soyeuse, mince, brun fauve. Tubes très fins (3 — 5mm), fauves ; pores très petits, ronds, *bruns* sous une pruine blanche et fugace. Spore ellipsoïde (0mm,008), fauve. (Pl. IX, fig. 7.)

Printemps. — Sur les troncs secs, chêne, Gironde (Merlet). Affine à *dryadeus* et à *australis.*

Inodermus maritimus, Q. Dimidié (0m,05 — 8), épais, triquètre-convexe, sillonné, *villeux, godronné* au bord, *blanc* de lait puis *taché* de *jonquille,* de *fauve* dans les sillons. Chair fibro-charnue et blanche. Tubes longs (0m,01 — 1,5), blancs; pores ronds puis déchirés, *blancs* puis tachés de jonquille. Spore ellipsoïde-fusiforme (0mm,01 — 012), 3 — 4 guttulée, blanche. (Pl. IX, fig. 8.)

Été. — Sur le pin maritime, Gironde (Mme André), île d'Oléron (G. Bernard). Affine à *spumeus ;* ressemble à *Dædalea borealis.*

Auricularia auricula Judæ, var. *lactea,* Q. Cupule auriforme, membraneuse, *pubescente,* diaphane, *blanche* puis blanc-crème. Hyménium glabre, plissé ou subréticulé, blanc de neige, glaucescent. Spore en saucisson (0mm,016 — 20), guttulée, hyaline.

Automne-hiver. — Sur arbustes secs du parc de Dijon (Forquignon).

Dryodon diversidens, 2 Fr. sver. atl. sv., t. LXXI, fig. 2[2]. *Blanc de neige* avec *reflet incarnadin.* Chapeau conchoïde (0m,05 — 8), sessile ou substipité, souvent imbriqué, *hérissé* d'*aiguillons* incurvés, simples, bifides ou palmés, pubescents à la loupe ; marginelle membraneuse, festonnée et denticulée. Chair tendre, humide, sapide, à odeur de mirabelle. Aiguillons longs (0m,01), subulés, blanc de lait. Spore ellipsoïde-sphérique (0mm,003 — 4), ocellée, hyaline.

1. Dédié au savant naturaliste de Bruyères, mon ami le Dr Antoine Mougeot, en souvenir de nos agréables excursions mycologiques dans les Vosges.

2. Ce champignon ne me paraît pas être spécifiquement distinct de *cirratum,* Pers. Fr. *l. c.,* t. LXXI, fig. 1.

Été. — Sur les souches, bouleau, hêtre, dans les forêts des collines du Jura, très rare.

Les aiguillons ou squames du chapeau portent des conidies sphériques, semblables aux spores mais subtilement aspérulées: il n'est pas difficile d'observer, dans la plupart des genres portant des aiguillons ou des squames sur le péridium, des conidies analogues ou même des spores.

Thelephora spiculosa, Fr. Étalé, crustacé, charnu puis coriace, couronné de rameaux *aplatis,* veloutés, *fimbriés* ou pénicillés et *blancs.* Hyménium tomenteux-pubescent, *lilas cendré.* Spore réniforme ou globuleuse ($0^{mm},009$), muriquée et fauve.

Été. — Sur l'humus des forêts de conifères, Jura, Alpes.

Corticium fuscum, P., var. *vinosum,* P. Membraneux, étalé ($0^{m},05$), charnu-floconneux, mou, villeux et blanchâtre. Hyménium ruguleux, glabre, *violacé* ou *vineux* sous une pruine blanche, puis *brun;* bordure subtomenteuse, blanchâtre ou vineuse. Spore ovoïde-pruniforme ($0^{mm},01-2$), guttulée, hyaline et finement grenelée.

Automne-hiver. — Sur les troncs décortiqués, chêne, hêtre, Jura.

Corticium sanguineum, Fr. (Ic. sel., t. CXCVIII, fig. 2). Membraneux, étalé ($0^{m},05$), séparable, feutré-aranéeux, *purpurin* avec une large frange soyeuse ou vineuse. Hyménium pruineux, *incarnat violeté* ou *rosé.* Spore oblongue ou réniforme ($0^{mm},01-014$), ponctuée, hyaline.

Automne-hiver. — Sur les ramilles pourrissantes, racines, etc.

Corticium lilacinum, Q[1]. Membraneux, étalé ($0^{m},03-6$), ou périphérique, séparable, tendre, feutré-byssoïde, purpurin. Hyménium uni, chatoyant, d'un beau *lilas violet.* Spore oblongue ou réniforme ($0^{mm},01-14$), hyaline. Odeur du gaz de l'éclairage.

Printemps. — Il s'étale sur les ramilles, les racines, les herbes, etc., en les incrustant à la façon du *sebaceum.* Alpes-Maritimes (Barla). Cette variété passe par des formes intermédiaires à *sanguineum,* y compris la forme *purpureum* (*Helicobasidium,* Patouillard, *tabula* 461), dont la baside affecte la forme *circinée*[2].

Pterula multifida, Fr. (Ic. sel., t. CC, fig. 2). Rameux dès la base, en forme de balai ($0^{m},03-5$), tenace et fragile, pruineux ou farineux, *blanc argenté* ou *gris-perle,* parfois lilacin, puis châtain ou chocolat. Rameaux *filiformes,* intriqués, flexueux, effilés, puis aplatis et frisés. Spore ovoïde-sphérique ($0^{mm},005$), finement grenelée, hyaline.

Été-automne. — Sur les souches de conifères, sur du vieux bois aux environs de Paris (Dr Morot).

Phallus impudicus, L., forme *togatus,* Q. (*hymenophallus,* Kalch, *Gasteromycetes novi vel minus cogniti,* t. I). Lorsque ce superbe champignon se développe normalement et dans les meilleures conditions météoriques, il conserve, entre le péridium et le stipe, autour duquel elle est suspendue, une élégante *collerette réticulée, ténue* et d'un *blanc de neige.* Cette collerette n'est autre que la partie supérieure du voile membraneux si délicat qui enveloppe d'abord le stipe, puis s'en détache et se rompt vers la base, lorsque ce dernier s'allonge, sous forme de *dentelle à mailles très fines;* mais le plus souvent, il se déchire

1. Cette variété est au type ce que *Stereum lilacinum* est à *purpureum* ou même *Inocybe violacea* à *geophila.*

2. La *forme* de la *baside,* variant dans l'espèce suivant les accidents de structure de l'hyménium, ne me paraît pas suffisante, — quelque singulière qu'elle soit — pour *caractériser* un *genre* dans l'ordre des champignons basidiosporés.

en lambeaux qui restent appliqués le long du stipe ou tapissent la paroi interne du volva et du péridium, sous forme de *pellicules soyeuses* et *blanches.*

La présence de cette collerette, qui est l'analogue de l'anneau du genre *Amanita,* a donné naissance au genre exotique *Hymenophallus,* Nees, en tout semblable à notre genre européen *Phallus,* L. et *H. togatus,* Kalch., trouvé à Bethléem en Pensylvanie, est identique à Ph. *impudicus,* L., lorsque celui-ci a conservé la partie supérieure de ce voile sous forme d'anneau. Pendant la période orageuse de l'été, le *Phallus togatus* n'était pas très rare cette année : M. Nizet en a récolté un très joli exemplaire dans un jardin d'Épinal ; j'en ai rencontré aussi quelques-uns au Chérimont parmi les quelques centaines de spécimens que j'ai examinés.

Ce n'est pas là le seul exemple de genre exotique créé d'après des champignons desséchés, masqués, déformés ou monstrueux et qui n'est qu'un *lusus* d'espèce connue. Le genre *Dictyophora,* Desv., basé également sur l'existence d'une collerette réticulée, encore plus élégante, ne paraît non plus être qu'une autre espèce de *Phallus* exotique, par ex. : *D. multicolor,* Bk. et Br. (*Fungi from Brisbane,* Quensland, II. London, 1883, t. XIV, fig. 16).

Geaster pectinatus, Pers. Voile membraneux-floconneux, lacinié. Péridium externe divisé au delà du milieu en 6 — 7 lobes arqués-réfléchis ; couche extérieure épaisse, céracée, caduque, blanche puis bistrée. Péridium interne turbiné-sphérique (0^{m},015), membraneux, blanc gris puis brun ; stipe *obconique* (2 — 3^{mm}), *plissé* au sommet. Columelle en massue. Ostiole long (5^{mm}), pointu, *strié-plissé, immarginé* et gris. Spore sphérique (0^{mm},006 — 7), tuberculeuse et brune. (Pl. IX, fig. 9.)

Automne. — Dans l'humus des conifères, sapins dans le Jura, ifs dans la Gironde (Forquignon).

Geaster calyculatus, Kunze. Péridium sphérique (0^{m},01), pruineux et gris ; stipe plus *grêle* et orné au sommet et à la base d'un anneau membraneux résultant de la séparation des deux péridiums. Ostiole *plissé-strié,* immarginé. (Pl. IX, fig. 10.)

Cette variété élégante et plus rare que le type vient dans les mêmes lieux.

Geaster striatus, Q. Voile floconneux et blanc. Péridium externe divisé jusqu'au milieu en 5 — 8 lobes ; couche intérieure céracée, marcescente, blanche puis rosée ou fauvâtre ; couche extérieure membraneuse. Peridium interne sphérique (0^{m},01), mince, *sessile,* pruineux-floconneux et gris. Ostiole mamelonné, petit, finement *strié-plissé, immarginé* et concolore. Columelle en massue. Spore sphérique (0^{mm},004), muriquée et fauve. (Pl. IX, fig. 11.)

Automne-hiver. — Terrains arénacés des îles méditerranéennes, Porquerolle (Rœser). Affine à *elegans* dont il diffère par l'ostiole plus petit et par les stries serrées et très fines.

Stephensia crocea, Q. Oblong-globuleux (0^{m},01 — 2), légèrement excavé à la base. Peridium mince, *tomenteux-velouté, incarnat-safrané,* puis taché de rouge brique. Hymenium charnu, *blanc de neige,* marbré de veines fructifères *méandriques,* couleur *crème,* et de veines aérifères larges, *soyeuses, blanc hyalin ;* odeur et saveur alliacées ou d'œuf pourri. Thèque cylindrique à huit spores. Spore sphérique (0^{mm},016), lisse, hyaline avec un glomérule de guttules verdâtres au centre puis ocellée. (Pl. IX, fig. 12.)

Été-automme. — Dans la terre de bruyère, à Rochefort (P. Brunaud).

Hydnotria jurana, Q. Globuleux (0^{m},02 — 3), perforé-chiffonné, fixé par des filaments peu nombreux. Voile *grenelé* et *brunâtre.* Péridium labyrinthé par de très amples lacunes sinueuses, céracé-cartilagineux, blanchâtre, glauque, à odeur

vireuse. Hyménium légèrement villeux et *brun clair*. Thèque ovoïde à six spores; spore sphérique (0^{mm},03 — 4), couverte de verrues espacées, inégales et fauve olivâtre. (Pl. IX, fig. 13.)

Été. — Dans l'humus des sapinières montagneuses du Jura. Il offre l'aspect d'une morille jeune et privée de stipe.

Peziza arenaria, Osb. (*endocarpoides* Bk). Cupule hémisphérique (0^{m},01 — 3), céracée, fragile, finement tomenteuse, *jaune de cire* puis ocracée, translucide. Hyménium *bai clair*. Spore sphérique (0^{mm},007 — 8), lisse, paille, avec un glomérule de guttules au centre.

Automne. — En troupe sur la terre de bruyère, Fontainebleau (G. Bernard).

Peziza splendens, Q. var. *Reguisii,* Q. Cupule hémisphérique (0^{m},01 — 015), céracée, ferme, farineuse, légèrement villeuse, jonquille, stipe grêle ($5 — 8^{mm}$), villeux et mycéliums filamenteux blancs. Hyménium *jaune olivâtre*. Spore ellipsoïde oblongue (0^{mm},02), biocellée, *jaunâtre,* plus finement alvéolée-réticulée que celle de *splendens*. (Pl. IX, fig. 14.)

Été. — Sur l'humus des bois de pins, dans les Bouches-du-Rhône (D[r] Réguis).

Phialea glandicola, Pat. tab. 378, *pseudo-tuberosa,* Rehm. cyathiforme, pulvérulent-velouté, brun, translucide. Stipe court ($2 — 5^{mm}$), pruineux, bai noirâtre; cupule *brun* ou *bistre* purpurin; hyménium *bai purpurin*. Spore ellipsoïde-pruniforme (0,008 — 12).

Été. — Sur les cotylédons de gland noircis du chêne rouvre, Jura. Ce joli *Phialea* paraît être au moins une bonne variété de *firma*.

TABLE DES ESPÈCES.

Les espèces ou variétés nouvelles sont marquées d'un astérisque.

Amanita Barlæ.*
— *lepiotoides.*
Gyrophila luteovirens.
— *nictitans.*
— onychina.
Omphalia incana.*
— *circinata.*
Mycena virens.
Calathinus mastrucatus.
Hygrophorus leporinus.
Dryophila graminis.*
Cortinarius* oliveus.
— *russus.*
Paxillus griseotomentosus.
— *gnaphaliocephalus.*
Lactarius jecorinus.
Russula* fusca.
Lentinus vulpinus.
Dictyopus torosus.
Uloporus* Mougeotii.
Cerioporus Rostkowii.
Placodes* fucatus.
Inodermus* maritimus.
Dryodon diversidens.
Auricula lactea.*
Thelephora spiculosa.
Corticium sanguineum.
— * lilacinum.
— fuscum, var. *vinosum.*
Pterula multifida.
Phallus togatus.*
Geaster pectinatus.
— *calyculatus.*
— * striatus.
Stephensia* crocea.
Hydnotria* jurana.
Peziza arenaria.
— * *Reguisii.*
Phialea glandicola.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX.

1. Amanita Barlæ.
2. — Eliæ, Ch. Jur. et Vosg., I, p. 209.
3. Hygrophorus leporinus.
4. Cortinarius oliveus.
5. Russula fusca.
6. Uloporus Mougeotii.
7. Placodes fucatus.
8. Inodermus maritimus.
9. Geaster pectinatus.
10. — calyculatus.
11. — striatus.
12. Stephensia crocea.
13. Hydnotria jurana.
14. Peziza splendens, var. Reguisii.

M. le Dr P. VUILLEMIN

Chef des travaux d'histoire naturelle à la Faculté de médecine de Nancy.

SUR LE POLYMORPHISME DES PÉZIZES

— *Séance du 13 août 1886.* —

Les grands champignons possèdent souvent, à côté de la fructification caractéristique de l'ordre, un appareil de dissémination par conidies connu sous le nom vulgaire de moisissures. Deux types bien distincts de moisissures ont été rattachés aux Pézizes : le *Botrytis cinerea* au *Sclerotinia Fuckeliana,* le *Monilia albo-lutea* au *Peziza mycetophila.* Nous nous proposons de faire connaître ici l'évolution d'une autre Pézize qui présente un appareil conidien très différent des précédents.

I. *Pézize.* — Caractères extérieurs. — La forme ascosporée s'est montrée, au commencement de l'été, dans des cristallisoirs remplis de crottin, couverts d'un disque de verre et abandonnés depuis plusieurs semaines. Les exemplaires peu nombreux apparus spontanément étaient inégaux et irréguliers. Les uns, assez longuement pédiculés (pl. X, fig. 1), étaient plus ou moins infundibuliformes. Plusieurs (fig 2) avaient la surface hyméniale ondulée et convexe dans son ensemble. D'autres étaient subsessiles. Le disque atteint exceptionnellement un diamètre de 0m,03 ; il mesure plus souvent 0m,015-0m,025. La consistance du champignon est cireuse ; sa couleur, d'abord d'un blanc sale, devient légèrement brunâtre. Le pied sort d'une touffe de poils blancs qui se flétrissent avec l'âge ; sauf à la base, il est, ainsi que toute la face inférieure du disque, couvert de nodules de nature celluleuse. La surface hyméniale est au contraire entièrement lisse. Les bords du disque, entiers primitivement, subissent des déchirures qui les rendent irrégulièrement dentelés vers l'époque de la maturité.

Développement. — Nous avons suivi dans des semis le développement de la Pézize. Sur le mycélium cloisonné et ramifié naît par poussée latérale une grosse cellule qui s'allonge, se cloisonne transversalement (fig. 9), puis se recourbe de manière à constituer un scolécite enroulé en tire-bouchon (fig. 10). Le petit tubercule ainsi ébauché se cloisonne, grandit et apparaît bientôt à l'œil nu comme un point blanc sur le mycélium grisâtre. Le pied se dresse comme une colonne granuleuse au milieu d'une touffe de poils blancs formés aux dépens des

cellules extérieures (fig. 4). Une petite cupule se montre au sommet; c'est le début de la surface hyméniale. Le champignon de la figure 4 a été reproduit successivement dans les figures 5, 6, 7, 8, au bout de deux, trois, dix, dix-sept jours. L'hyménium est tour à tour concave, plan, convexe, enfin très contourné.

Structure de l'hyménium. — L'hyménium comprend des paraphyses et des asques.

Paraphyses grêles, cloisonnées transversalement, un peu renflées au sommet et dépassant à peine les asques.

Asques (fig. 11) cylindriques, mesurant environ $300^{\mu} \times 19^{\mu}$, atténués à la base, tronqués au sommet épaissi en disque (fig. 13) et fortement colorés en bleu par l'iode. Le disque ou opercule se soulève à la maturité en restant adhérent par un côté (fig. 14, 15); puis il se détache.

Ascospores (fig. 12) ellipsoïdales, mesurant $23^{\mu} \times 13^{\mu}$. Elles possèdent une sphère centrale ou un peu excentrique, granuleuse, ayant 3^{μ} de diamètre, persistant après contraction du protoplasma par l'acide sulfurique étendu. Malgré son aspect granuleux, cette sphère n'est probablement pas un noyau ; car, au moment de l'apparition de la membrane, les granulations chromatiques colorées par l'hématoxyline sont disséminées dans toute l'étendue de la spore. La membrane des ascospores est différenciée en deux zones que l'on oppose aisément l'une à l'autre par l'emploi simultané du vert d'iode et de l'éosine. La couche interne, bien limitée à l'égard du protoplasma, se colore en rose. La couche externe cuticulaire, qui seule persiste sur les spores germées, devient verte. Lisse normalement, cette dernière se plisse aisément dans les préparations, tandis que l'interne conserve des contours réguliers. Cet aspect rappelle beaucoup celui des spores de plusieurs *Syncephalis,* particulièrement *S. nodosa* et *S. intermedia.* Ce fait s'ajoute à tant d'autres pour prouver qu'une même différenciation de la membrane peut relever de causes diverses, et que l'emboîtement de deux coques distinctes ne suffit pas à démontrer l'origine endogène d'une cellule ; puisqu'une ascospore de Pézize s'oppose à une portion de sa propre membrane aussi nettement qu'une spore de *Syncephalis* le fait à l'égard de la membrane sporangiale elle-même.

Nos recherches pour rapporter cette Pézize à une espèce connue ayant été infructueuses, nous avons eu recours à l'obligeance de M. Boudier que nous remercions du gracieux empressement avec lequel il nous a fait profiter de sa profonde érudition sur le groupe qui nous occupe. L'éminent mycologue considère cette plante comme une Aleuriée vraisemblablement inédite, bien qu'elle présente quelque analogie avec *Aleuria vesiculosa.* Toutefois, les champignons développés dans les laboratoires et dans des conditions plus ou moins anormales diffèrent

parfois notablement de leurs congénères ; nous ne donnons donc qu'avec réserve cette Pézize comme nouvelle sous le nom d'*Aleuria Asterigma*.

Germination des ascospores. — Si l'on abandonne pendant un certain temps le champignon sous cloche dans une atmosphère confinée et saturée d'eau, les ascospores peuvent germer sur place. On reconnaît ce phénomène à l'aspect blanchâtre et pulvérulent que prend l'hyménium. Les spores, en partie contenues dans les asques, en partie disséminées autour d'eux, émettent chacune un filament-germe. Ce filament s'échappe à l'un des pôles ; il n'est pas rare pourtant de le voir naître sous le sommet ou même tout à fait latéralement (fig. 20). Quelquefois un second filament sort à l'autre pôle de la spore (fig. 17). On voit par là que l'orientation de la nouvelle plante issue d'une spore à l'égard de celle dont elle procède n'est pas toujours déterminée à l'avance ; et que, malgré sa fixité et sa haute valeur taxinomique dans certains groupes, le point d'émergence du filament-germe peut varier dans une seule espèce.

Le filament-germe est rarement un simple tube mycélien (fig. 10), qui s'épuise bientôt, faute de nourriture, après avoir formé plusieurs cloisons transversales, dont une au point même d'où il est sorti. Le plus souvent il donne des sporidies. Parfois une seule spore secondaire se forme à l'entrée même de l'ascospore, ou à l'extrémité d'un filament (fig. 17). D'habitude le filament-germe, large dès son origine, est un tube conidiophore terminé par une tête sphérique chargée de spores (fig. 19, 20). Ou bien enfin le tube germinatif, après avoir donné un court promycélium, se renfle brusquement en un semblable appareil conidiophore (fig. 18). Depuis longtemps Tulasne[1] avait décrit quelque chose de sêmblable dans la germination de l'*Aleuria vesiculosa*.

Mais dans l'*Aleuria Asterigma* ce mode de germination est exceptionnel. Si les spores sont semées sur du fumier ou si la Pézize s'est détruite assez tôt pour que les ascospores soient disséminées avant de germer, l'appareil conidien n'en naît plus directement. L'ascospore donne un abondant mycélium ; et de ce mycélium sortiront soit de nouvelles Pézizes, soit une moisissure, sans qu'il y ait une alternance régulière dans la succession de ces formes. Elles semblent liées à des conditions extérieures que nous n'avons pu préciser, mais qui sont plus souvent favorables à la moisissure qu'à la Pézize, si l'on compare la fréquence de la première à la rareté de la seconde. Nous avons donc à étudier le mycélium et la moisissure.

II. *Mycélium*. — Le mycélium se compose de tubes ramifiés, dont le diamètre varie dans les proportions considérables de 3μ à 10μ. On y

1. Tulasne, *Selecta Fungorum Carpologia*, t. III, pl. XVI, fig. 20.

distingue de nombreuses cloisons transversales munies dès leur état le plus jeune d'un renflement médian semblable à cette perle brillante décrite à diverses reprises, et que l'on rencontre dans les champignons les plus variés. Cette perle se colore en brun par l'iode et paraît être une portion de la membrane arrêtée dans son développement avant d'avoir pris la nature de la cellulose. Elle résulte aussi parfois d'une régression, puisque, chez les *Mitrula paludosa*, par exemple, on la trouve constamment sur les disques d'adhérence des filaments anastomosés. Chez notre *Aleuria*, la perle brillante se montre jusque sur la cloison qui isole le filament-germe de la spore et qui se développe à l'entrée même de cette dernière.

Sous l'influence d'une tension protoplasmique exagérée, cette portion plastique de la membrane se bombe en verre de montre ou s'étire en doigt de gant. Une telle disposition est surtout accusée sur la cloison voisine d'une rupture du tube. Le doigt de gant se dilate alors, s'applique aux restes de membrane de la cellule brisée, se cloisonne et continue le filament lui-même. Ou bien il se forme une sorte de thylle à l'intérieur de la gaîne mortifiée d'un tube mycélien. J'ai observé la même particularité sur plusieurs Mucorinées et sur le *Peziza mycetophila*. Chez cette dernière espèce, le tube intérieur issu d'une première perle perforait plusieurs cloisons après s'être pelotonné au-dessous de chacune d'elles. Ou bien encore c'est dans une cellule vivante que le cul-de-sac provenant du renflement central s'étire à travers l'anneau rigide formé par la portion cellulosique de la cloison. Il se dissout ensuite et il ne reste qu'un disque à perforation centrale, dont les bords se dressent en sens inverse du courant protoplasmique, de manière à reproduire l'aspect figuré depuis longtemps par M. Van Tieghem[1] dans le *Piptocephalis microcephala*.

Ces divers aspects se trouvent surtout, chez l'*Aleuria Asterigma*, sur les tubes conidiophores. Bien que de même nature, les cloisons à perle brillante des filaments rampants ont plus souvent un rôle important dans l'accroissement intercalaire. La portion centrale se gonfle, perd sa réfringence ; un ou plusieurs canalicules s'y creusent de manière à établir une communication entre les deux cellules voisines. Le reste de la membrane se gonfle un peu, tout en restant plus nettement limité. En même temps une fente transversale clive en deux portions la zone périphérique de cette cloison (fig. 28). Les deux bords de la fente s'écartent (fig. 27, *a*) ; la portion centrale se résorbe (*b*), et bientôt la place de la cloison n'est plus indiquée que par une légère ondulation de la paroi du tube (*c*). Cet accroissement rappelle la formation des chapes

1. Ph. Van Tieghem, *Nouvelles Recherches sur les Mucorinées* (*Annales sc. nat.; Bot.*, — 6e série, t. I, 1875. — Fig. 153).

des *Œdogonium* ; mais ici, c'est une cloison complète qui joue le rôle des simples bourrelets annulaires de l'Algue.

III. *Appareil conidien.* — Le tube conidiophore ne dépasse pas $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{4}$ de millimètre à la maturité. Étranglé à son insertion sur le mycélium, il se dilate à la base et s'atténue ensuite jusqu'au col, pour aboutir à un renflement terminal d'un diamètre moyen de 25^μ, tandis que le col descend à $5\text{-}6^\mu$. Le filament dressé possède des cloisons transversales munies d'une perle ou d'un tube en doigt de gant, comme il a été noté plus haut, mais ne déterminant jamais une croissance intercalaire. Ces cloisons sont le plus souvent au nombre de 3 : il n'est pas rare d'en trouver 4, 2, ou une. Parfois le tube se recourbe dans sa portion basilaire renflée et devient ascendant. Les cloisons sont alors plus nombreuses ; car, aux 3 ou 4 de la région verticale s'en ajoutent plusieurs très rapprochées au point où le tube se redresse.

La tête conidiophore, avant d'atteindre son diamètre définitif, émet de petites pointes en tous sens (fig. 21). Chacune de ces pointes se renfle et devient directement une conidie (fig. 22). La tête disparaît alors sous un amas de petites spores ovoïdes mesurant $3^\mu \times 6^\mu,5$ (fig. 25). Ces spores sont rapidement caduques et ne sont pas remplacées (fig. 23), en sorte que les têtes se présentent le plus souvent dégarnies et pourvues simplement de petites saillies marquant le lieu d'insertion des spores (fig. 24). Les tubes conidiophores, d'abord blancs comme ceux que nous avons vus naître directement dans la germination des ascospores sur un substratum pauvre, deviennent ocracés et constituent une poussière jaunâtre formant un voile léger à la surface des excréments.

Le mycélium conidiophore se développe sur les matières fécales de vache et de cheval, où nous l'avons trouvé dans la nature aussi bien que dans nos cultures ; mais dans ces dernières, il s'étend sur les vases de verre, sur les fructifications de divers Ascomycètes, sans d'ailleurs se comporter jamais en parasite.

Les conidies donnent en germant (fig. 26) un mycélium semblable à celui qui naît des ascospores ; et la moisissure se répand ainsi à profusion quand le temps est propice. A d'autres moments, elle disparaît brusquement. C'est ainsi qu'elle avait abandonné toutes nos cultures au moment où nous avions le plus de Pézizes. Cette circonstance a singulièrement secondé nos recherches ; car, pendant un certain temps, nous avons rencontré exclusivement cette moisissure sur les semis, d'ailleurs stérilisés, des ascospores de Pézize, toutes les cultures témoins en étant privées.

La moisissure que nous venons de décrire n'est pas rare, et nous sommes en mesure d'assurer qu'elle a été souvent rencontrée par les

mycologues. On l'avait négligée parce qu'on ignorait son origine et sa place dans la classification.

Malgré une ressemblance superficielle avec les *Aspergillus,* elle en diffère par l'insertion directe de ses spores et l'absence de stérigmates, et par leur insertion isolée que l'on doit opposer au développement centripète et à la disposition sériale des conidies d'*Aspergillus.* Cette particularité nous a engagé à donner à cette forme d'appareil conidien le nom d'*Asterigma* que nous avons conservé dans la désignation spécifique de la plante. L'*Asterigma* diffère surtout de l'*Aspergillus* par la présence constante de cloisons généralement multiples sur le conidiophore.

Ces tubes cloisonnés et les perles brillantes de leurs membranes rappellent plusieurs moisissures observées par divers auteurs sur les Mucorinées où elles vivent en parasites et dont on n'a pu jusqu'ici déterminer les affinités. Si l'on songe au commensalisme habituel des Discomycètes et des Mucorinées, on serait tenté de supposer que les *Kickxella, Coemansia, Martensella, Dispira, Dimargaris* appartiennent à ce groupe. Toutefois, eu égard à la rareté relative de la forme ascophore chez l'*Aleuria Asterigma,* qui vit dans des conditions analogues, eu égard à la dégradation liée habituellement au parasitisme, on est porté à croire que ces espèces ont perdu l'habitude de produire des asques. On ne saurait objecter que ces fructifications sont en général moins variables dans un groupe naturel que les appareils conidiens ; car les exemples les plus divers prouvent que les caractères anatomiques essentiels disparaissent plus facilement qu'ils ne s'altèrent. D'ailleurs, comme le remarquait judicieusement M. de Bary à propos des *Puccinia graminis* et *Penicillium glaucum :* « De ces phénomènes de décroissance des fructifications à spores à côté de la reproduction non interrompue de conidies, jusqu'à la disparition complète des premières, « il n'y a qu'un léger pas ; on comprend facilement que cette distance « n'a pas été franchie une fois au hasard, mais que le phénomène a pu « se produire subitement par saut, simplement parce que la formation « des fruits à spores s'est arrêtée sans laisser de trace ; car ils ne sont « pas généralement nécessaires à la conservation de l'espèce, ainsi que « nous l'apprend la formation prédominante des conidies [1]. » Dans notre espèce elle-même, les conidies sont bien plus fréquentes que les ascospores ; et il arrive souvent que ces dernières ne disséminent l'espèce que sous forme de conidies, puisqu'elles germent sur place et ne répandent à distance que les spores secondaires.

On observe dans divers groupes de champignons de semblables

1. A. de Bary, *Sur l'Œcidium abietinum* (*Annales sc. nat.; Bot.* — 6e série, t. IX, p. 251).

liens entre les spores conservatrices et les spores disséminatrices. Selon les conditions extérieures, la zygospore des Mucorinées produit un tube sporangiophore, soit à la suite d'une ample végétation mycélienne, soit directement.

Une profonde analogie relie les ascospores d'*Aleuria* germant en un tube conidiophore, précédé ou non d'un promycélium, à ce que MM. de Bary et Woronin[1] ont décrit et figuré sur le *Tuburcinia Trientalis*. Les téleutospores d'Urédinées germant en conidiophores, les spores de Trémellinées s'allongeant en un filament surmonté d'une sporidie s'y rattachent également. Les basides elles-mêmes s'en éloignent moins qu'il ne semble tout d'abord. A vrai dire, la différence avec un asque se réduit à une accélération et une condensation évolutives. La baside, avant la naissance des stérigmates, se comporte comme un asque. Le noyau se segmente dans l'un comme dans l'autre[2]. Seulement dans la baside les noyaux-filles, au lieu de s'individualiser sur place dans des ascospores, émigrent aussitôt dans de véritables conidies, qui sont les basidiospores. Diverses Entomophthorées se comportent de même, à cela près que le noyau de la baside ne se segmente même plus avant d'émigrer dans la conidie. Chez les Ascomycètes, c'est après un stade de repos que les spores germent en conidiophores. Ce stade peut être fort court comme on le voit dans notre *Aleuria* germant à l'humidité. D'autres fois l'intervalle devient au contraire si long dans le temps et dans l'espace, par interposition d'un abondant mycélium, que les conidies (moisissures) sont absolument indépendantes de l'asque dont elles semblaient être partie intégrante dans les basides.

EXPLICATION DE LA PLANCHE X.

1- 2. — Pézize développée spontanément sur du crottin $(\frac{1}{1})$.
3- 8. — Différents stades d'un seul exemplaire obtenu par semis $(\frac{1}{1})$.
9. — Vésicules naissant par poussée laterale sur le mycelium (460).
10. — Scolécite (460).
11. — Asque (158).
12. — Ascospore (460).
13-15. — Sommet de l'asque et opercule (460).
16-20. — Germination de l'ascospore sur l'hyménium (460).
21-24. — Conidiophore à différents stades (460).
25. — Conidies (460).
26. — Germination d'une conidie (460).
27-28. — Accroissement intercalaire du mycélium (650).

1. De Bary et Woronin, *Beitræge zur Morph. und Physiol. der Pilze. — Fünfte Reihe* (tab. II, fig. 17-21).
2. L. K. Rosenvinge, *Sur les noyaux des Hyménomycètes*. (*Annales sc. nat.; Bot.* — 7e série, t. III, 1886, — p. 75-93.)

M. Paul MAURY

Docteur ès sciences, à Paris.

SUR LE MODE DE VÉGÉTATION DE L'« HEMIPHRAGMA HETEROPHYLLUM » WALL.

— *Séance du 14 août 1886.* —

C'est Wallich qui dans son *Tentamen Floræ Nepalensis* [1] a, le premier, décrit l'*Hemiphragma heterophyllum* et lui a donné ce nom. Les premiers échantillons de cette curieuse Scrofularinée ont été rapportés de l'Himalaya, par Jacquemont [2], puis d'autres explorateurs l'ont récoltée soit en d'autres points de l'Himalaya, soit au Bengale et, enfin, M. l'abbé Delavay l'a recueillie dans les montagnes du Yun-Nan, en Chine.

Le genre *Hemiphragma,* caractérisé par une cloison incomplète entre les deux loges de l'ovaire, ne renferme qu'une seule espèce, *H. heterophyllum,* Wall. C'est une petite plante herbacée à tige rampante, radicante, à feuilles de deux sortes : les unes larges, cordées, crénelées, poilues, brièvement pétiolées, à trois nervures principales opposées ; les autres étroites, linéaires, subulées, poilues, indistinctement pétiolées, à une seule nervure principale, alternes et en apparence fasciculées, à bords repliés en dessus. C'est ce dimorphisme très net des feuilles qui a valu à cette plante le nom de *heterophyllum.* (Voy. fig. 1 et 2, pl. XI.)

Les fleurs naissent à l'aisselle des feuilles, vers l'extrémité des rameaux et en petit nombre. Elles sont petites, rouges, très faiblement pédonculées, à calice très poilu. Les fruits sont des baies presque sphériques, mais le plus souvent en vieillissant ils deviennent de moins en moins charnus et sont alors de véritables capsules déhiscentes en quatre valves, suivant les lignes de suture et les nervures médianes des carpelles. Cette nature du fruit n'est pas une des moins intéressantes particularités de cette plante.

Mais l'*H. heterophyllum* offre une singularité des plus curieuses et assez rare, celle de présenter, grâce à ses deux sortes de feuilles, un aspect très différent suivant qu'on examine un échantillon pourvu de feuilles d'une forme ou de feuilles de l'autre. Jusqu'ici on s'était con-

1. *Tentamen Floræ Nepalensis illustratæ,* p. 16 et pl. 8, et *Transact. Linnean Soc. London,* 1821-1822, t. XIII, p. 611.

2. Jacquemont la décrit ainsi dans son journal de voyage : « *N° 749. Herba 4 prostrata reptans, fl. roseis, baccis coccineis. In humidis quondam cultis* (*an ordo Urticum?*) » *Alt.* 3000 *mètres.*

tenté de signaler ce fait sans en chercher d'explication et il faut bien dire que les exemplaires possédés jusqu'à ce jour dans les herbiers d'Europe ne se prêtaient guère à une étude fructueuse. Grâce aux spécimens rapportés par M. l'abbé Delavay, dont les belles récoltes ont déjà fourni des matériaux très intéressants et tout nouveaux pour d'importantes recherches, je crois avoir pu me rendre compte de la raison du dimorphisme spécial à l'*H. heterophyllum.*

Si l'on examine comparativement les deux séries d'échantillons rapportés par M. Delavay et récoltées, la première (dont la fig. 2 de la pl. XI offre un spécimen) le 2 mai 1884, dans les monts Troug Chan, au-dessus de Tali, à 3,500 mètres d'altitude, dans des terrains stériles et un peu ombragés, la seconde (fig. 1) le 26 septembre de la même année, dans les monts Hee Chan Men (Hokin), à 2,000 mètres d'altitude, on constate de suite des différences très nettes dans la forme et l'état des organes végétatifs.

Les plantes recueillies en mai ont une tige à écorce la plupart du temps détachée du cylindre central, en quelques points même elle se trouve enlevée laissant le bois complètement à nu. De cette tige partent un certain nombre de petits rameaux opposés et nés à l'aisselle des feuilles larges ordinairement tombées, mais quelquefois aussi encore adhérentes bien que desséchées. Sur ces rameaux s'en insèrent d'autres moins développés. Tous sont munis de petites feuilles subulées très rapprochées les unes des autres et formant ainsi de petits faisceaux. Le sommet de ces rameaux est généralement occupé par des feuilles un peu plus larges, intermédiaires entre les deux formes extrêmes (fig. 4 et 5), et c'est à l'aisselle de ces feuilles qu'apparaissent les fleurs. Les fruits sont, sur cette forme, petits et non encore développés, du moins à ce qu'il m'a paru sur les échantillons que j'ai examinés. On observe vers l'extrémité inférieure de la plante quelques racines très peu ramifiées et souvent décortiquées comme la tige. Au-dessous du point d'insertion des rameaux se forment d'autres racines, adventives, courtes et peu rameuses.

Les plantes récoltées en septembre, au contraire (fig. 1), sont toutes pourvues de feuilles larges, opposées, assez épaisses et à leur aisselle se montrent de jeunes rameaux à feuilles étroites. Sur cette forme, je n'ai jamais observé de fleurs ; les fruits y sont assez volumineux, mûrs ou presque mûrs, souvent ouverts et avec le caractère indiqué plus haut de capsule bacciforme. Ces fruits sont toujours situés à l'aisselle de feuilles larges, soit presque sessiles, soit portés sur de courts pédicelles. Les racines, sur les échantillons de cette série, sont presque toujours situées au-dessus de feuilles étroites rapprochées en verticilles à l'extrémité inférieure de la tige. On n'en trouve pas de

bien développées au-dessous du point d'insertion des feuilles, comme c'était le cas dans la forme précédente.

C'est évidemment à l'influence exercée sur la plante par deux saisons différentes, nettement tranchées, qu'il faut attribuer ce dimorphisme.

La forme à larges feuilles doit précéder la forme à feuilles étroites. On voit en effet les rameaux qui présentent ce dernier caractère se développer à l'aisselle de grandes feuilles. Bien plus, cette forme première est manifestement influencée par un milieu humide et chaud dans lequel la végétation est très active. C'est ce que semblent démontrer, en même temps que la dimension des feuilles et leur consistance un peu charnue, la vigueur du rameau, tout d'un jet, l'absence de fleurs, l'abondance de parenchyme cortical et la faiblesse des racines. La présence de fruits bien développés et souvent complètement mûrs sur cette forme, loin de donner lieu à une objection, est encore, on va le voir, un argument en faveur de cette opinion. Donc, pendant la période chaude, humide, ou bien dans une localité ombragée, l'*Hemiphragma* revêt un port très analogue à celui de quelques-unes de nos plantes herbacées de printemps ou d'été, telles que les Véroniques, les *Glechoma*, etc.

Mais dès que la saison devient plus sèche et par suite les conditions du milieu plus défavorables pour cette plante, le parenchyme diminue ; les réserves sont utilisées. Les grandes feuilles se flétrissent, se dessèchent et tombent ; l'écorce, elle-même, tout d'abord succulente, doit aussi servir à la nutrition du reste de la plante. Au bout de quelque temps, les cellules vidées du parenchyme cortical se désagrègent et la tige perd bientôt son écorce. Les feuilles naissent désormais le plus petites possible, rapprochées les unes des autres ; elles sont revêtues de nombreux poils, leurs bords sont repliés en dessus : il s'agit de se défendre contre l'évaporation. En même temps, des racines adventives se développent au-dessous de certains nœuds pour puiser dans le sol un supplément de matériaux d'entretien. Les rameaux qui se trouvent dans le voisinage de ces racines de renfort en profitent, ils sont plus grands, plus beaux que les autres.

Sous cette forme, la plante végète, luttant pour la vie, jusqu'au retour d'une saison plus favorable. Au fur et à mesure que ce retour s'effectue, les feuilles deviennent de plus en plus larges, des boutons apparaissent à leur aisselle, et, bientôt après, des fleurs. Enfin, la bonne saison étant tout à fait venue, un rapide accroissement intercalaire se fait au-dessus des feuilles étroites, les dernières développées ; des racines adventives poussent qui, s'enfonçant aussitôt dans le sol, apportent une nourriture abondante et le rameau s'accroît vigoureuse-

ment n'émettant que des feuilles larges, entraînant avec lui les fleurs épanouies ou même les fruits déjà formés avant cette brusque extension. La partie de la plante qui a végété jusque-là, désormais inutile, va se dessécher tout à fait et périr : nous voilà revenus à la forme première à larges feuilles.

Il était intéressant de voir si la structure de l'*H. heterophyllum* variait avec sa forme. L'étude attentive de cette structure dans les deux formes que je viens de décrire m'a révélé de curieuses particularités. Dans les deux cas, la tige présente l'organisation ordinaire des Scrofularinées : bois en faisceaux séparés par d'étroits rayons médullaires et disposés en ellipse, vaisseaux larges. Sous l'endoderme, très net, le péricycle s'épaissit tout entier et cette sclérose envahissant tous les tissus jusqu'au bois, donne au cylindre central de la tige un caractère spécial. Sur une coupe transversale, on ne retrouve aucune trace de cambium et de parenchyme libérien, et, sans quelques éléments à parois moins épaissies et découpés dans les angles des cellules du parenchyme, l'on pourrait, au premier abord, penser que cette tige est dépourvue de liber. Une coupe longitudinale permet, non sans difficulté, de s'assurer de son existence. Au centre, la moelle a ses éléments assez épaissis. Dans la forme à feuilles étroites, la chute de l'écorce se produit par simple dessèchement des cellules qui la composent et non, comme on pourrait le croire, à la suite de la formation d'une assise quelconque de suber.

La structure des feuilles présente d'importantes modifications en rapport immédiat avec l'action du milieu. Une feuille de forme large, offre à sa face supérieure un épiderme à cuticule striée, peu épaisse, à cellules larges et dont un certain nombre se prolongent extérieurement en poils assez longs et cloisonnés (v. fig. 9). Le parenchyme en palissade est représenté par une seule assise dont les cellules sont environ une fois plus longues que larges. Le reste du mésophylle, sans lacunes, comprend de trois à quatre assises au milieu desquelles se ramifient les faisceaux libéro-ligneux, sans aucun élément sclérifié. L'épiderme inférieur, outre des poils analogues à ceux de la face supérieure, en présente de spéciaux, formés d'une cellule basilaire supportant deux cellules ovoïdes accolées, glanduleuses (fig. 9, *a*). Les stomates sont uniquement localisés à la face inférieure.

La structure des feuilles de forme étroite diffère notablement de la précédente et cette variation, due à l'influence de conditions vitales différentes est en rapport direct avec ces nouvelles conditions. La feuille dressée contre le rameau présente sa face inférieure à la lumière, tandis que ses bords repliés sur la face supérieure en garantissent celle-ci et la défendent contre l'évaporation. Il en résulte que l'épiderme infé-

rieur a ses cellules très fortement épaissies, surtout du côté externe (v. fig. 10), et allongées dans le sens de l'axe, conséquence de la forme aciculaire. Les stomates ont disparu de ce côté et sont passés à la face supérieure qui en était dépourvue dans la feuille large. Enfin les poils, disséminés sur la face inférieure sont surtout réunis sur les bords comme pour cacher davantage l'espèce de gouttière qu'ils forment par leur reploiement. Ces poils diffèrent de ceux des feuilles larges seulement par la cellule globuleuse et glanduleuse qu'ils portent à leur extrémité. Le mésophylle n'offre plus de parenchyme palissadique distinct; toutes ses cellules contiennent plus ou moins de chlorophylle et sont assimilatrices. Les nervures sont réduites à trois faisceaux libéroligneux parallèles.

Comme on le voit, le dimorphisme de l'*Hemiphragma* n'est pas seulement limité à la forme extérieure, il existe aussi dans la structure. L'un des points les plus curieux de ce dimorphisme est certainement la situation inverse des stomates dans les deux cas.

Deux faits d'un intérêt physiologique général ressortent de cette étude et rendent la plante qui les offre particulièrement intéressante :

1° Cette plante, herbacée de sa nature, prolonge indéfiniment son existence, passe si l'on veut à l'état vivace, en marcottant ses rameaux. Avec ce mode de durée et de multiplication, il n'est pas absolument nécessaire que les graines arrivent à maturité. On peut en effet constater sur les échantillons d'herbier que peu de graines sont mûres et se détachent du placenta ;

2° Nous trouvons ici un exemple de modification morphologique due au milieu, d'autant plus remarquable qu'il ne constitue pas un accident, un cas tératologique, mais l'état habituel, normal de la plante. Dans le milieu humide, chaud, et aussi souvent couvert de la saison favorable, le parenchyme est très développé dans les feuilles, l'écorce et la racine ; la plante ne donne, comme l'on dit, que du feuillage. Dans la saison mauvaise, très sèche, des régions où elle croît, elle souffre, consomme ses réserves, et, voulant se soustraire à la trop grande évaporation, revêt une forme moins ample que la précédente, enfin se hâte de fleurir.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XI.

Fig. 1. — Forme à feuilles larges de l'*H. heterophyllum*, d'après un des échantillons récoltés le 26 septembre 1884 sur le mont Troug Chan (3,500 mètres alt.), par M. Delavay (un peu grossi).

Fig. 2. — Forme à feuilles étroites, récoltée le 2 mai 1881 sur le mont Hee Chan Men (2,000 mèt. alt.) (un peu grossi).

Fig. 3. — Formes larges des feuilles.

Fig 4 et 5. — Feuilles modifiées de forme intermédiaire entre les larges et les étroites. *a* et *c* sont vues de profil, *b* et *d* vues par la face supérieure. (Gr. 3 fois.)

Fig. 6. — Formes étroites des feuilles. Les bords, repliés en dessus, se rejoignent moins en *a* qu'en *b*. (Gr. 3 fois.)
Fig. 7. — Une fleur entière. (Gr. 3 fois.)
Fig. 8. — Fruit développé de la forme à feuilles larges. (Grossi.)
Fig. 9. — Coupe transversale d'une feuille large : *ep*, épiderme supérieur ; *es*, épiderme inférieur ; *m*, mésophylle ; *p*, poil ; *a*, poil glandulaire ; *s*, stomate.
Fig. 10. — Coupe transversale d'une feuille étroite : *ep*, épiderme supérieur ; *es*, épiderme inférieur à cellules épaissies ; *s*, stomate ; *p*, poil.

M. HENRY

Répétiteur à l'École forestière, à Nancy.

PREUVES DE L'INTERVENTION DES FERMENTS ORGANISÉS DANS LA DECOMPOSITION DE LA COUVERTURE DES SOLS FORESTIERS

— *Séance du 16 août 1886.* —

Le sol forestier est toujours recouvert, quand il est laissé à lui-même, d'une couche plus ou moins épaisse de débris végétaux (feuilles, fruits, brindilles, écorces, etc.), provenant des arbres qui croissent sur le sol et formant ce que les forestiers appellent la *couverture morte.* Cette couverture morte est extrêmement précieuse pour le sol auquel, d'une part, elle rapporte les principes minéraux enlevés par la végétation et qu'elle enrichit, d'autre part, des matières carbonées et azotées puisées par les feuilles dans l'atmosphère. Elle est encore plus importante par ses propriétés physiques ; très hygroscopique, elle emmagasine à la façon d'une éponge de grandes quantités d'eau qu'elle cède peu à peu au sol forestier généralement sec et filtrant ; elle empêche une évaporation trop active et entretient dans les couches superficielles une certaine chaleur due à l'oxydation de la matière organique ; or, on sait que la chaleur et l'humidité sont favorables à la végétation.

Elle contribue à accroître incessamment la profondeur du sol forestier par sa transformation en terreau dont les propriétés physiques moyennes ont toujours un excellent effet sur tous les sols et dont une certaine partie, comme nous l'ont appris les recherches de M. Grandeau [1], joue, sous le nom de matière noire, un rôle si capital dans la nutrition des végétaux. Ce n'est pas seulement par la superficie, par

1. Voir les *Annales de la Station agronomique de l'Est*, Berger-Levrault et Cie, éditeurs à Nancy.

l'adjonction du terreau à la terre minérale, que la couverture morte accroît la profondeur du sol ; c'est aussi par la base, en augmentant constamment l'épaisseur de la terre minérale. L'oxydation des matières organiques de la couverture produit en effet de grandes quantités d'acide carbonique qui aident puissamment à la décomposition des roches du sous-sol.

A tous ces points de vue donc, la couverture morte a une action des plus importantes sur le sol et la végétation des forêts, et les forestiers, en France du moins, se sont toujours énergiquement opposés à son enlèvement.

Chaque année, à la fin de la saison de végétation, une nouvelle couche de feuilles et d'autres détritus vient se superposer aux couches préexistantes, de façon que la couverture irait en s'accroissant constamment si elle ne se détruisait par la partie inférieure pour former le terreau. Il est facile de constater, en effet, que les débris végétaux divers qui constituent la couverture s'altèrent peu à peu, perdent leur forme, leur couleur, leur consistance, une grande partie de leur poids et finissent par se transformer en une substance brune, pulvérulente, qu'on appelle le terreau. Cette décomposition s'opère plus ou moins vite suivant le climat, l'espèce, l'organe, l'âge, etc. L'influence de tous ces facteurs a été très bien étudiée par Ebermayer dans son remarquable ouvrage sur la *Statique des forêts,* ouvrage dont on trouvera une analyse détaillée dans les *Annales de la Station agronomique de l'Est*. En tout cas, pour une essence et un climat donnés, l'épaisseur de la couverture reste à peu près constante, parce que sa décomposition se fait toujours aussi à peu près dans le même temps.

Reste à savoir comment cette décomposition s'opère. Est-ce un simple phénomène chimique, une oxydation directe de la matière organique par l'oxygène de l'air, une combustion enfin, absolument analogue, au degré près, à celle qui se passe dans nos foyers ? Ou bien les faits sont-ils plus complexes ? N'intervient-il pas ici, comme dans beaucoup de phénomènes de décomposition, des actions biologiques et la transformation en terreau n'est-elle pas intimement liée à la présence de petits organismes (bactéries) qui vivraient aux dépens des matières organiques en les décomposant finalement en terreau et acide carbonique ?

Les forestiers ont remarqué depuis longtemps que la décomposition de la couverture ne s'opérait qu'avec le concours de la chaleur, de l'humidité, de l'oxygène et des matières azotées, c'est-à-dire des conditions nécessaires au développement de la vie. On pouvait donc déjà prévoir par là qu'il y avait, dans ce phénomène, intervention d'organismes vivants.

Du reste, plusieurs savants, s'engageant dans la voie tracée par l'illustre Pasteur, ont démontré, ces dernières années, la présence nécessaire d'organismes (bactéries) dans certaines transformations des matières végétales. MM. Schlœsing et Müntz ont prouvé que la nitrification était due à une bactérie ou ferment figuré qu'ils ont appelée *Micrococcus nitrificans* et qui oxyde les matières organiques azotées du sol pour les transformer en nitrates. Un peu plus tard, en 1877, M. Van Tieghem a montré que le *Bacillus amylobacter* dissout certaines variétés de cellulose et d'amidon et les décompose ainsi que les sucres, la glycérine, etc., en acides butyrique, carbonique, en hydrogène et autres produits accessoires.

D'après ces travaux, il était donc déjà certain que les deux ferments susindiqués et sans doute d'autres encore interviennent dans la décomposition de la couverture. Mais comme, dans les ouvrages qui traitent de cette question, on n'a pas dit un mot jusqu'ici de la présence nécessaire des bactéries, qu'il pouvait se faire d'ailleurs que celles-ci fussent simplement favorables et non nécessaires à la décomposition, j'ai pensé qu'il y aurait peut-être un certain intérêt à faire à ce sujet quelques expériences.

Je me suis appuyé sur le procédé très simple imaginé par M. Müntz [1] pour distinguer les deux ordres de phénomènes, chimiques (oxydation) ou biologiques (fermentation). Ce procédé est basé sur l'emploi du chloroforme qui empêche absolument toute fermentation concomitante de la vie et qui est absolument sans influence sur les fermentations d'ordre chimique. M. Müntz a prouvé que les fermentations ammoniacale, lactique, alcoolique, ne se manifestent pas en présence du chloroforme, que de la chair, de la gélatine, de l'empois d'amidon mis dans les circonstances les plus favorables à l'altération se conservent inaltérés en présence d'une petite quantité de chloroforme, tandis que les fermentations chimiques (diastases) ne sont ni entravées, ni même ralenties par la présence du même agent.

Au mois de décembre 1883, je mis en expérience quatre lots homogènes de feuilles mortes non décomposées et bien lavées, placés chacun avec une certaine quantité d'eau dans un cristallisoir. Sur chacun de ces cristallisoirs garnis de feuilles mortes était disposée une capsule contenant de la potasse. Les cristallisoirs placés sur une plaque de verre rodée étaient recouverts par une grande cloche lutée hermétiquement sur la plaque de verre et munie d'un manomètre et d'un tube avec robinet pour l'introduction de l'air.

Après s'être assuré que les cloches tiennent bien le vide, on intro-

1. *C. R. Acad. des sciences*, t. LXXX, p. 1250, 1875.

duit dans un petit verre suspendu au milieu de la cloche, pour l'une, quelques centimètres cubes d'éther, pour l'autre quelques centimètres cubes de chloroforme et on laisse les deux autres pleines d'air ordinaire. Au bout de sept jours, on met fin à l'expérience après avoir fait passer par trois fois le même volume d'air dans chacune des quatre cloches et on détermine l'acide carbonique fixé.

Voici les résultats :

Cloche I (avec éther)	CO^2 fixé	=	0gr,732
Cloche II (avec chloroforme)	CO^2	=	0 ,434
Cloche III (sans anesthésiant)	CO^2	=	3 ,115
Cloche IV (sans anesthésiant)	CO^2	=	3 ,304

Ces cloches ont été constamment soumises aux mêmes conditions, la température était celle du laboratoire. La seule différence consistait dans l'addition de ces quelques centimètres cubes d'anesthésiant.

Le mois suivant, on renverse l'expérience en introduisant dix centimètres cubes d'éther et dix centimètres cubes de chloroforme dans les cloches III et IV primitivement remplies d'air ordinaire. Après trois semaines d'expériences, l'acide carbonique fixé = 0gr,664 et 0gr,736, tandis que les feuilles des cloches I et II, soigneusement lavées pour les débarrasser de l'éther et du chloroforme et mises ensuite dans l'air ordinaire, ont donné dans le même temps et les mêmes conditions, pour la cloche à éther 2gr,870 d'acide carbonique fixé, pour celle à chloroforme 5gr,371.

Cette simple expérience semble démontrer que le dégagement d'acide carbonique est vite entravé par l'action de l'éther et plus encore par celle du chloroforme à petites doses et que, par suite, la formation du terreau n'est pas seulement une action chimique mais un phénomène biologique dû à l'action de ferments organisés dont on connaît déjà quelques-uns (*Bacillus amylobacter, Micrococcus nitrificans*), mais dont il reste sans doute encore à découvrir beaucoup d'autres qui ont pu échapper jusqu'ici par leur petitesse et la difficulté de leur étude à l'attention des micrographes.

M. FLICHE

Professeur à l'École forestière, à Nancy.

ÉTUDE SUR LE PIN PINIER (P. PINEA, L.)

— *Séance du 16 août 1886.* —

Parmi les arbres de la région méditerranéenne, il en est un que les œuvres des artistes ont largement popularisé, c'est le pin pinier (*Pinus pinea*, L.). Sa grande taille, la forme de sa cime qui lui a souvent valu le nom de pin parasol, sa large extension naturelle ou artificielle sur presque tout le pourtour de la grande mer intérieure de l'ancien monde, lui assurent en effet une place remarquable parmi les formes végétales qui donnent leur caractère aux paysages de cette belle région.

Si l'effet pittoresque qu'il produit, si les graines qu'il livre à l'alimentation de l'homme sont choses très connues, son histoire botanique ou forestière présente encore plusieurs lacunes ; en cela le pin pinier ne forme point une exception au milieu des végétaux ligneux avec lesquels il croît ; tandis que la flore forestière du nord et du centre de l'Europe est déjà bien connue, celles du midi de notre continent et des contrées qui, en Asie et en Afrique, présentent la même végétation, longtemps négligées, appellent encore aujourd'hui des recherches destinées à révéler des faits intéressants. Amené à m'en occuper depuis plusieurs années, je détacherai de mes observations ce qui concerne le pin pinier.

Une des premières questions qui se présentent est de savoir si l'habitation de cette espèce a toujours eu l'extension qu'elle présente aujourd'hui; sans parler de contrées lointaines évidemment en dehors de son aire, elle a été certainement étendue par les soins de l'homme, aux Canaries, par exemple, où cet arbre a été introduit à cause de ses graines comestibles [1] ; mais il n'est pas facile d'être partout aussi affirmatif; l'attention très ancienne dont il a été l'objet de la part de l'homme, j'en donnerai la preuve plus loin, a pu, le faisant cultiver, amener sa naturalisation complète sur des points où il ne se trouvait pas primitivement; c'est même l'opinion la plus généralement répandue parmi les botanistes. Endlicher supposait qu'il n'existait originairement que dans l'île de Crète, et plus récemment M. Karl Koch [2] lui a

1. CHRIST, *Vegetation und Flora der Canarischen Inseln*, in *Engler. Botan. Jahrb.*, tome VI, 1885, p. 477.
2. Karl KOCH, *Dendrologie*. Erlangen, 1873, II 2, p. 270.

donné pour patrie probable l'Afrique septentrionale, où il paraît cependant fort rare ; il ajoute, il est vrai, qu'il pourrait bien aussi s'être trouvé primitivement en Crète et en Asie-Mineure. Il invoque, pour contester sa spontanéité en Italie, le témoignage de Pline qui en parle comme d'une espèce cultivée. C'est aussi, en se basant sur de nombreux passages d'auteurs anciens, que M. Hehn[1], dans l'important ouvrage qu'il a consacré à l'histoire des animaux domestiques et des plantes cultivées, rejette en Asie-Mineure la patrie primitive du pin pinier. Il fait toutefois observer, avec beaucoup de raison, que nombre de textes anciens présentent, en ce qui concerne les conifères, de telles incertitudes qu'il est presque impossible d'en faire usage, et un passage fort curieux de Jordanès, cité par lui, va même contre sa thèse, puisqu'il prouve l'existence d'une forêt de pins, qui ne sauraient être que des piniers, aux environs de Ravenne, à la fin du cinquième siècle; or si les Romains ont été bien souvent d'impitoyables destructeurs de forêts, je ne sache pas que les auteurs des importants travaux actuels de reboisement puissent les invoquer à aucun titre comme des prédécesseurs.

Quand on étudie les grands massifs dans la constitution desquels le pin pinier entre pour une part notable, la forêt de Ravenne, par exemple, avant les désastres qu'elle a subis dans l'hiver de 1879-1880, la forêt de San-Rossore aux environs de Pise, il est impossible de n'être pas frappé du caractère de spontanéité qu'y présente l'espèce ; il faudrait donc conclure à une naturalisation fort ancienne et très parfaite ; la spontanéité me semble plus probable pour tout le littoral méditerranéen d'Europe. Je suis même fort porté à croire que l'espèce, à raison des stations qu'elle préfère, a reculé devant la civilisation et occupé en forêt une place de moins en moins importante, comme on peut le constater actuellement en France[2].

Sa présence a été depuis longtemps constatée dans notre pays par les auteurs de flores locales ou générales, mais l'étude de sa distribution forestière laisse beaucoup à désirer. C'est ainsi que l'auteur de l'excellente *Flore forestière de la France*[3] a pu dire qu'il se rencontre dans toute la Provence, mais à l'état d'isolement, bien plutôt considéré comme arbre fruitier que comme essence forestière. Indépendamment des pieds isolés qui se rencontrent au milieu des forêts de pins d'Alep ou de pins maritimes, le pin pinier forme cependant l'essence principale ou même exclusive sur divers points du littoral, depuis les environs d'Aigues-Mortes dans le Gard, jusqu'à Cannes dans les Alpes-Maritimes ; je citerai particulièrement les massifs d'une étendue totale de 300 hectares qui se trouvent ou mieux se trouvaient, car ils sont

1. Victor Hehn, *Kulturpflanzen und Hausthiere*, 2e édition. Berlin, 1874, p. 255 et suivantes
2. Grisebach, *Végétation du globe*, I, p. 431 de la traduction française, émet la même opinion.
3. A. Mathieu, *Flore forestière de la France*, 3e édition, 1877, p. 512.

constamment détruits, entre Aigues-Mortes et les Saintes, celui qui couvre environ 65 hectares à la Plage, près d'Hyères, ceux de Vidauban, Saint-Raphaël, celui fort entamé aujourd'hui qui s'étend de Cannes à la Napoule. Il se rencontre aussi en Corse, aux environs de Porto-Vecchio, isolé et même en deux petits massifs ; le plus important est celui de Pinarello [1]. Placées sur le littoral, bien souvent sur des sables, ces petites forêts ont deux ennemis redoutables, les planteurs de vignes et les constructeurs de villas ; aussi on peut prévoir le jour où le pin pinier ne sera plus guère qu'un souvenir dans la flore forestière de la France, où l'espèce ne sera plus représentée que dans les jardins. En dehors de France, la présence du pin pinier, croissant avec les apparences au moins de la spontanéité, a été constatée en Portugal, en Espagne, en Italie, en Illyrie, en Dalmatie, en Grèce, en Macédoine, dans l'île de Crète, en Asie-Mineure, en Tunisie, en Algérie, où il n'est pas commun ; on cite aussi les Canaries, où il n'est que planté, et Madère, où il en est sans doute de même. En tenant compte de ces deux stations extrêmes, il occuperait une aire de 40 degrés en longitude, 90 degrés en latitude ; si on les néglige, le pin pinier est, on le voit, une des formes les plus exclusivement méditerranéennes qui se puissent citer.

Dans son aire, l'espèce recherche les stations basses ; on dit l'avoir rencontrée jusqu'à 1,000 mètres en Espagne ; s'il ne s'agit pas d'individus plantés, cette altitude serait exceptionnelle ; en France, en Italie, il est loin de l'atteindre, il ne dépasse guère 200 mètres, se tenant le plus souvent au pied des collines ou des montagnes, et mieux encore dans les plaines qui s'étendent entre elles et la mer, dont il ne s'éloigne jamais beaucoup, méritant mieux que le *P. pinaster* le nom de pin maritime qu'on donne habituellement en France à ce dernier.

Quelles sont les conditions climatériques exigées par l'essence ? Celles de la région botanique dont il ne sort pas, à vrai dire ; on a cité quelquefois la forêt de Ravenne comme une exception ; elle l'est dans une certaine mesure, puisqu'elle ne renferme pas de chênes à feuilles persistantes, et que l'olivier ne se cultive pas dans le voisinage ; cependant le pin pinier n'y est pas isolé ; avec beaucoup de végétaux de l'Europe centrale, on y trouve parfois en abondance les espèces les plus franchement méditerranéennes, telles que *Cratægus pyracantha, Asparagus acutifolius, Rosa sempervirens, Dianthus saxifragus.*

Si nous cherchons à préciser les conditions qui déterminent l'aire du pin pinier, nous trouvons d'abord celle d'une lumière intense, mais

1. Lorsque ce travail a été présenté au Congrès, M. le marquis de Saporta m'a signalé le bois de Bigourdin, à 350 mètres d'altitude, près de Fonscolombe, sur le revers nord de la Trivarèse, où le pin pinier se présente mêlé au pin d'Alep, avec toutes les apparences de la spontanéité. Cette station est remarquable en ce qu'elle est la plus septentrionale de France, en ce que la température moyenne y est probablement, comme à Ravenne, un peu inférieure à 15°.

sans qu'il soit possible ici, pas plus que pour aucun autre végétal, de donner des mesures exactes. En ce qui concerne la température, il me semble qu'il lui faut une température moyenne de 14 à 15°, avec des minimums faibles. Je trouve, en effet, pour Livourne[1], à proximité des beaux massifs de San-Rossore, 15°2, avec un minimum de — 5°6 le 14 décembre 1871. A Ravenne[2], la température moyenne ne dépasse pas 15°; elle est probablement un peu inférieure et on a signalé, même avant 1879-1880, un minimum de — 12°[3]. Mais aussi la pineraie a subi de grands dommages ; à Rome, où le pin pinier est si magnifiquement représenté soit dans les villas, soit dans la forêt de Castel-Fusano, la température moyenne est de 15°3 et le minimum —6° le 23 janvier 1869. Quant à la quantité d'eau qui tombe chaque année, elle ne paraît pas, dans d'assez larges limites, exercer une grande influence sur l'espèce qui nous occupe, puisque la moyenne annuelle de Livourne s'élève à 0m,8524, tandis qu'au Peschier d'Hyères elle tombe à 0m,555[4].

Il ne résulte pas de ce que je viens d'exposer que le pin pinier n'ait pas des besoins assez considérables en eau ; il me semble, au contraire, que sa prédilection pour les plaines alluviales tient en grande partie à ce que le sol y est très frais ; c'est ce qu'il est facile de constater sur les points où l'espèce est à l'état de massifs plus ou moins étendus (Aigues-Mortes aux Saintes, la plage près d'Hyères, la Napoule, San-Rossore, Ravenne, Castel-Fusano). Le pin pinier y a souvent pour compagnons les espèces amies des stations fraîches, le chêne pédonculé, par exemple, dans les trois dernières forêts que je viens de citer.

Le sol ne doit pas seulement être frais, il faut en outre qu'il soit très divisé et profond ; les sables viennent en première ligne ; à leur défaut, le pin pinier exige au moins des roches fragmentées mêlées de terre ; il a une répulsion marquée pour la roche solide en place ; la forêt de Sicié est particulièrement instructive sous ce rapport : le pin pinier y est commun dans la région basse, sur un puissant dépôt de débris de schistes et de sable ; il cesse de se montrer dès qu'on arrive sur les schistes en place.

Ce que je viens de dire des propriétés physiques du sol était déjà, à peu de chose près, connu des auteurs forestiers ; il n'en est pas de même de son rôle chimique ; le pin pinier a-t-il des prédilections marquées ou est-il indifférent ? C'est une question qui n'a point été étudiée jusqu'à présent. A le voir rechercher les sables, on pourrait penser qu'il a des préférences pour les sols où la chaux fait défaut. Il n'en est

1. *L'Italia agraria e forestale*. Roma, 1878.
2. D. Balestreri, *Sulle Pinete di Ravenna*. Florence, 1866, p. 9.
3. A Udine, le minimum de 1879 a été de — 11° le 8 décembre (*Meteorologia italiana*, Rome. Publication du ministère de l'Agriculture).
4. Renseignement fourni par M. le Dr Vidal, d'Hyères.

rien ; les analyses qui vont suivre[1] montrent qu'il est indifférent, supportant une teneur en chaux de 4.800 p. 100, supérieure à celle qu'admettent les calcifuges, se contentant de 0.280 p. 100 de la même base, c'est-à-dire d'une quantité très faible.

I. — Pineraie de Ravenne.

Sol sablonneux : l'échantillon a été pris à l'entrée de la forêt en venant de Ravenne, le long du grand canal ; les gros pins ne sont pas rares ; ils avaient, lorsque je les ai vus, 0m,70 à 0m,80 de diamètre, mais ne dépassaient pas en hauteur 12 à 15, 18 mètres au plus. Des chênes pédonculés croissent avec eux ; le massif était rarement à peu près plein ; les végétations arbustive et herbacée, fort gênées par le pâturage, sont sans caractère bien accusé en ce qui concerne leurs exigences ; cependant le *Cratægus pyracantha* est abondant et on rencontre du *Pteris aquilina*.

L'analyse a donné :

Chaux	1.800 p. 100.	Potasse.	0.290 p. 100.

II. — Forêt de San-Rossore.

L'échantillon de terre a été recueilli au canton Ferdinando, sous une futaie de pins purs, en massif plein et en magnifique état de végétation ; les arbres atteignent 18 à 20 mètres de hauteur. On y trouve du *Quercus ilex*, mais très subordonné ; l'*Erica scoparia* abonde ; c'est à côté d'un buisson de cette espèce, à 1500 mètres de la mer, que la prise a été faite. Malgré l'état de massif, la lumière arrive un peu sur le sol et permet le développement, non seulement de la bruyère mentionnée, mais encore du *Daphne Gnidium*, et de quelques graminées. Le sol, couvert de débris organiques constituant à peine une couche continue, a été fouillé à 25 ou 30 centimètres ; il est formé de sable pur sans fragments plus volumineux, il est coloré en noirâtre sur à peine un centimètre.

L'analyse a donné :

Eau	1.400
Matières organiques	4.550
Acide phosphorique	0.102
Chaux	0.620
Potasse.	0.054
Soude.	0.037
Magnésie.	0.260
Fer et alumine.	3.387
Chlore	traces
Résidu insoluble.	89.480
Total	99.890

III. — Forêt de Castelfusano (*environs de Rome*).

L'échantillon de terre a été pris à 300 mètres environ au sud-est de l'habitation qui se trouve dans la forêt sous des pins beaux mais pas très serrés. A 3 ou 4 mètres de distance du point où le sol a été fouillé, sous bois comprenant notamment du *Cistus salviæfolius*, la terre est couverte de plantes herbacées et de débris fournis par les pins, des écailles de cônes en particulier ; elle est formée de

1. Elles ont été faites dans les laboratoires de la Station agronomique et de l'École forestière, par MM. Henry et Grenier, sous la direction de M. Grandeau.

sable quartzeux comme élément principal ; elle est noire [1] et a été fouillée sur 15 centimètres de profondeur ; pas d'éléments pierreux.

L'analyse a donné les résultats suivants :

Analyse mécanique. — Il ne reste sur le tamis de 0m,001 que des débris de bois et de charbon.

A l'étuve, la terre fine perd 1.65 p. 100.

Au rouge (combustion de la matière organique et du *charbon*), 6.52 p. 100.

Analyse chimique. — L'attaque par l'acide azotique ne donne lieu à aucun dégagement gazeux.

Résidu insoluble	87 p. 100
Acide phosphorique	0.112
Chaux	3.990
Magnésie	0.750
Potasse	0.085

IV. — Forêt de la Plage a Hyères.

L'échantillon de terre a été recueilli à peu près vis-à-vis la gare, au delà du chemin de fer par rapport à la mer, sous un bouquet, formant massif, de 11 pins piniers et d'un pin d'Alep ; ils ont 9 à 10 mètres de hauteur sur 2 à 2m,20 de circonférence ; à côté d'eux, un fourré clairiéré de pins de divers âges, les plus vieux ayant 20 ans environ ; le sol est nu à l'endroit où la prise a été faite. Mais à cinquante centimètres de distance, et dans un rayon de dix mètres, on trouve *Phyllirœa angustifolia, Alyssum maritimum, Cistus monspeliensis, Cistus salviæfolius* abondant, *Pteris aquilina, Asparagus acutifolius, Calycotome spinosa, Artemisia campestris*; la couverture a 0m,15 d'épaisseur : on rencontre ensuite 2 à 3 centimètres de terreau décomposé qu'on a fouillé avec la terre sur une profondeur totale de 0m,25 à 0m,30 ; cette terre est constituée essentiellement par un sable quartzeux de grosseur moyenne coloré en gris ; il y a absence totale de cailloux.

L'analyse a donné :

Analyse mécanique.

Terre fine (tamis de 0m,001)	313 gr.
Détritus organiques	27
Poids total	370 gr.

Comparaison centésimale de la terre fine.

Eau volatile à 160°	1.560
Matières volatiles et combustibles au rouge	5.610
Acide phosphorique	0.096
Acide sulfurique	0.012
Chlore (soluble dans l'eau) [2]	0.006
Chaux	0.230
Magnésie	0.721
Potasse (+ 0.006 soluble dans l'eau)	0.081
Soude	0.057
Sesquioxyde de fer et alumine	3.580
Résidu insoluble dans les acides	86.940
Acide carbonique combiné à la chaux	0.220
— — à la magnésie	0.773
Matières minérales solubles dans l'eau ($Fe_2O^3_3$, PhO^5, CaO, SiO^3, alcool.)	0.024
Total	99.960

1. L'examen à la loupe et au microscope a montré que cette terre renferme des fragments très fins de charbon, provenant d'un ancien incendie du sous-bois, et de petits cristaux de pyroxène.
2. Chlorure de sodium, 0,008.

A raison de son tempérament, de ses exigences à l'endroit du sol, de sa forme, un arbre se présente en forêt soit à l'état isolé, soit en massif; on a prétendu que le pin pinier, à cause de sa cime étalée, de la quantité de lumière qu'il exige, ne peut se développer que par pieds dominant un massif formé d'autres espèces. Ce que j'ai dit de sa distribution, particulièrement en France, montre qu'il y a là une erreur. En effet, Willkomm [1], qui a bien observé cet arbre en Espagne, dit avec raison qu'il forme des massifs même étendus, mais très clairs, à raison de la place exigée par sa vaste cime. Les magnifiques peuplements purs de San-Rossore lui donnent parfaitement raison; ils sont même plus serrés qu'il ne le dit, seulement il est visible que parfois ils le sont trop et que les branches se déjettent du côté où elles trouvent espace et lumière.

Il est à peine besoin de rappeler que le pin pinier est un arbre longévif; ce qui est plus intéressant, c'est d'en étudier le mode de croissance. Celle-ci est active en hauteur dans la jeunesse, mais déjà à ce moment les branches ont une tendance marquée à s'allonger pour venir placer leurs extrémités sur des plans peu éloignés de celui par lequel passe l'extrémité de l'axe principal. En diamètre, à en juger par ce que j'ai vu sur des arbres exploités dans la villa Doria-Pamphili à Rome, la croissance est active pendant les trente premières années, puis elle diminue rapidement et devient si faible que le comptage des couches annuelles est difficile sans le secours de la loupe.

Le pin pinier, comme tous les pins à deux feuilles, est très exposé aux ravages des insectes; c'est ainsi que les vieux pieds justement célèbres de la villa Doria-Pamphili ont été détruits en grande partie par un scolytide succédant à une espèce phyllophage que je n'ai pu voir, chenille ou fausse chenille, plus probablement cette dernière.

Le pin pinier est peu variable; il présente cependant une forme bien connue dont l'épisperme se brise faiblement. On a signalé aussi des variations dans la longueur des feuilles, dans la forme du cône; mais je n'insiste pas sur ce sujet, parce qu'ici je n'ai aucune observation personnelle à fournir.

La culture a sorti le pin pinier de sa région; c'est ainsi que j'en ai vu un fort beau pied âgé au jardin botanique de la marine à Rochefort, qu'il existe également en plusieurs localités du Tyrol; cependant à Brixen il faut lui donner de l'abri [2]; introduit même dans des pays non européens, il en est revenu, comme le fait observer Koch, sous de nouveaux noms, *P. chinensis, japonica, americana,* etc.

Les graines de pin pinier ont de bonne heure attiré l'attention de

1. *Forstliche Flora von Deutschland und Oesterreich.* Leipzig, 1875, p. 196.
2. V. Grimburg, *Vegetations-Verhæltnisse in dem Thalbecken von Bozen,* p. 22.

l'homme sur lui et, dès une antiquité fort reculée, elles ont été transportées en dehors des pays où l'espèce croissait spontanément. C'est ainsi qu'on conserve au musée de Boulaq [1] deux cônes qui ont été trouvés en Egypte dans un tombeau de la XIIe dynastie (2200 à 2400 ans avant J.-C.) ; le pin pinier ne fait pas partie de la flore d'Égypte. C'est ainsi encore qu'on a trouvé un beau cône dans une tourbière d'Alsace, à côté d'un crâne de bison. Schimper, de qui je tiens le renseignement, pensait qu'il avait dû être apporté pendant l'occupation romaine; il n'est certainement pas plus jeune, peut-être même est-il plus ancien et faut-il voir dans sa présence en une localité aussi éloignée de son pays d'origine un nouvel exemple des relations commerciales des populations imparfaitement connues, qu'on qualifie habituellement de préhistoriques.

Si nous trouvons trace du pin pinier dans une haute antiquité, nous n'avons pas sur son compte de documents remontant au commencement de la période actuelle, ni à l'époque quaternaire.

Il n'a pas été rencontré, jusqu'à présent, dans les tufs ni dans les dépôts ligniteux qu'on peut lui rapporter. Le pin pinier ne se trouve pas non plus dans les terrains tertiaires et on ne peut citer aucune espèce qui lui soit étroitement alliée [2]. Celle qui, à beaucoup d'égards, présente le plus d'affinités avec lui est le *P. pseudopinea* de Saint-Jean-de-Garguier, d'Allauch; mais, ainsi que le fait remarquer fort justement M. de Saporta, qui le premier l'a signalée et décrite, il s'en éloigne complètement par ses graines qui rappellent le type *Pinaster*.

M. le Dr P. VUILLEMIN

Chef des travaux d'histoire naturelle à la Faculté de médecine de Nancy.

LES UNITÉS MORPHOLOGIQUES EN BOTANIQUE

— Séance du 16 août 1886. —

Toute plante est à la fois un individu et un complexe dû au concours de plusieurs unités de diverses valeurs. Envisagées au point de vue de leurs attributs fonctionnels, les parties de la plante sont des *organes* ou

1. G. Schweinfurth, *Neue Funde auf dem Gebiete der Flora des alten Aegyptens*, dans *Engler Bot. Jahrb.*, V. p. 189.
2. M. de Saporta a trouvé dans un dépôt miocène de l'Ardèche un cône ressemblant beaucoup à celui du *P. pinea;* il l'a signalé sans le décrire complètement dans les *Matériaux* de 1878. (Je dois cette indication, qui m'avait échappé, à l'auteur de la découverte.)

unités physiologiques. Liées directement à une fonction, adaptées aux conditions de milieu, les unités physiologiques varient avec ces facteurs dans une même plante ou dans des plantes voisines : c'est la fonction qui fait l'organe.

Si au contraire nous distinguons les parties de la plante par leurs caractères d'origine, de situation, de rapports, de symétrie, nous avons affaire à des *unités morphologiques*.

Aujourd'hui tous les anatomistes séparent avec soin l'*analogie,* qui concerne les propriétés physiologiques, de l'*homologie,* qui a trait aux propriétés morphologiques. On sait combien cette distinction a été féconde. Toutefois on n'a pas poussé assez loin ce travail d'analyse : il y a des degrés dans l'homologie ; toutes les unités de même *nature* ne sont pas forcément de même *ordre :* une unité morphologique peut être équivalente à une somme d'unités de même nature agencées en une unité d'ordre supérieur. Outre l'analogie et l'homologie, il existe donc un troisième point de vue dans la comparaison des parties d'une plante ; nous l'appellerons l'*isologie.*

Dès que, par dissociation ou association, une unité morphologique quelconque : élément, système, membre, s'éloigne du type qui lui est propre, tout est mis en œuvre pour réaliser avec ces matériaux plus nombreux un nouvel élément doué des mêmes propriétés anatomiques essentielles. Voilà pourquoi l'anisologie est dominée et masquée par l'homologie ; et quand le multiple a été ramené, par un chemin plus ou moins détourné, à l'unité primordiale, une étude attentive de son origine et de son développement peut seule en élucider la valeur réelle.

Afin de faire saisir la portée du concept de l'isologie, nous en ferons l'application aux membres des plantes vasculaires. Auparavant nous allons étudier l'isologie dans la cellule, pour avoir un point de comparaison en abordant l'analyse assez délicate des membres.

Cellule. — La cellule est une unité, on peut dire l'unité morphologique par excellence. Quand deux cellules se fusionnent en un élément à noyau simple, la nouvelle cellule est évidemment anisologue des parties constitutives. La segmentation du noyau et la constitution d'une cellule multinucléée, intermédiaire par sa nature entre la cellule et le tissu, est générale chez les Champignons. M. Carnoy observe que, dans les cellules à plusieurs noyaux, ces derniers diminuent généralement de volume à mesure qu'ils se multiplient, et ils finissent par n'avoir plus que de très petites dimensions dans la plupart des cellules multinucléées permanentes. Cet état dérive de la structure normale de la cellule. En effet, chez les Champignons les plus inférieurs, qui sont aussi les moins dégradés, les noyaux sont peu nombreux ou même isolés dans chaque cellule. La structure cellulaire a été décrite par Eidam

chez le *Basidiobolus ;* et un *Entomophthora* nous a offert des filaments pourvus de noyaux multiples il est vrai, mais atteignant 8—9μ.

Élément aberrant, la cellule multinucléée des Champignons tend à revenir au type par deux processus inverses : 1° par fusion de tous les noyaux en un seul ; 2° par une fragmentation du protoplasma correspondant à celle des noyaux. Ainsi dans diverses Saprolégniées l'oosphère résulte de la fusion des nombreux noyaux de la cellule (Fisch) ; tandis que chaque noyau du sporange devient le centre d'une nouvelle cellule. L'oosphère et la spore sont donc des éléments anisologues.

Toute cellule à noyaux multiples est de même un élément arrêté dans son évolution et fixé dans l'un des stades rapidement traversés d'ordinaire au cours des phénomènes de division ou de fusion. Les cellules multinucléées sont des éléments incomplètement évolués et non des unités morphologiques parfaites.

Tige. — La tige nous offrira de même des exemples d'anisologie, soit dans une même plante, soit dans des espèces distinctes. Les bourgeons normaux se rattachent à la tige-mère par une paire de faisceaux gemmaires placée à l'aisselle du faisceau foliaire médian. Parfois plusieurs faisceaux foliaires émergeant au même nœud sont accompagnés de gemmaires, comme s'il devait naître un verticille de branches ; mais bientôt tous ces faisceaux convergent vers la paire axillaire d'un foliaire privilégié, qui deviendra le médian du complexe et se fusionnent en un cercle gemmaire unique. Le bourgeon agrégé ainsi constitué sur le rhizome des *Petasites officinalis* et *fragrans* est l'homologue du bourgeon simple né sur la hampe florale des mêmes plantes ; mais il n'en est pas l'isologue. Les bourgeons agrégés se retrouvent çà et là dans diverses familles, comme les Renonculacées ; leur présence n'offre nulle part la même constance que chez les Ombellifères et les Araliacées. Le Lierre possède deux sortes de bourgeons comme deux sortes de feuilles. En général les bourgeons des rameaux distiques insèrent leurs faisceaux à l'aisselle de 7 faisceaux foliaires ; tandis que sur les rameaux dressés, dont la divergence foliaire est $\frac{2}{5}$, chaque bourgeon résulte seulement de l'agrégation de 3 éléments gemmaires. Une tige d'Ombellifère est particulièrement instructive ; car on voit la même somme de faisceaux gemmaires, issue de toute la périphérie, donner un seul bourgeon agrégé dans la partie végétative, deux à la base de l'inflorescence, pour se résoudre en autant de bourgeons qu'il y a de paires de faisceaux gemmaires, dès qu'on arrive aux rayons de l'ombelle. Le rameau végétatif équivaut numériquement à chaque cycle de rayons ombellaires ; il est un véritable multiple du rayon. Tige comme ce dernier, il en est l'homologue, mais non l'isologue.

Outre cette désagrégation normale du bourgeon complexe dans l'inflorescence, on observe parfois un retour accidentel de la structure simple dans les rameaux végétatifs. Dans ce cas, les faisceaux gemmaires se comportent comme d'habitude à leur insertion ; mais un ou plusieurs des éléments gemmaires latéraux se dégagent isolément avant d'avoir rejoint le cercle médian ; et le bourgeon principal incomplètement agrégé sort escorté d'un ou deux bourgeons plus grêles, qui auraient dû se fondre en lui. Ce dernier cas, exceptionnel chez les Ombellifères, devient au contraire la règle chez plusieurs Monocotylédones, où l'on observe un arc de bourgeons simples à l'aisselle d'une feuille agrégée.

Inversement un seul bourgeon peut s'insérer à l'aisselle de plusieurs feuilles. Chez l'*Asarum europæum,* la tige principale est définie par une fleur, dans laquelle se terminent les 4 faisceaux caulinaires. Cette tige porte plusieurs feuilles stériles. Seules les deux supérieures, opposées et très rapprochées l'une de l'autre, ont une paire de faisceaux gemmaires à l'aisselle de leur faisceau médian, mais par suite de la vigueur plus grande du bourgeon supérieur, le pédoncule s'incline vers l'avant-dernière feuille, dont il paraît axillaire. Les deux faisceaux gemmaires de cette feuille cheminent dans l'écorce de chaque côté du cylindre central du pédoncule et viennent émerger avec ceux de la dernière feuille en un bourgeon agrégé, qui se développera l'année suivante.

L'anisologie, que l'anatomie comparative vient de mettre en lumière entre les tiges d'une même plante, l'anatomie comparée va nous la faire saisir entre les tiges correspondantes de plantes différentes. Mais l'anatomie comparée sera consultée avec réserve ; car on n'est pas plus en droit d'admettre, *a priori*, l'isologie de deux faisceaux que celle de deux tiges. Les conclusions ne seront légitimes que si elles portent sur des espèces très voisines, évidemment concordantes par les traits essentiels de leur structure. Nous trouvons des garanties de cette sorte dans l'organisation des Lycopodiacées, élucidée avec tant de précision par M. Bertrand. Dans le stipe des Sélaginelles, les éléments vasculaires forment deux groupes à différenciation centripète, qui finissent par confluer vers l'axe : c'est ce que le professeur de Lille appelle un faisceau bipolaire. Chez les Lycopodes ces groupes sont au nombre de 4 ; le stipe des *Phylloglossum* en possède 6. M. Bertrand démontre, par la disposition des cordons libéro-ligneux, par l'ordre d'émergence des faisceaux destinés aux frondes sporangiophores, que tout se passe comme si le stipe du Lycopode avait pour origine la pénétration réciproque de 2 stipes de Sélaginelle, et si le stipe du *Phylloglossum* résultait de celle de 3 stipes semblables. Il s'ensuit que les stipes du Lycopode et du *Phyllo-*

glossum, homologues de celui de la Sélaginelle, sont isologues, le premier de 2, le second de 3 unités de cet ordre.

Il existe un type caulinaire simple, dont la plupart des formes de tiges sont des complications, des multiples pour ainsi dire, et qui représente seul l'unité morphologique irréductible. Sur lui doit reposer la définition du membre. Le stipe d'une Sélaginelle peut bien représenter ce prototype de la tige ; divers motifs nous portent à l'admettre : 1° les Lycopodinées sont à la base des plantes vasculaires, vers la bifurcation des Cryptogames vasculaires et des Phanérogames. Seules en effet parmi les Cryptogames vasculaires, elles forment par segmentation de l'œuf un proembryon homologue du sporogone des Mousses et de la tigelle des Phanérogames. La simplicité du stipe des Sélaginelles le place à la base des Lycopodinées ; 2° dans les plantes supérieures tout rameau simple se réduit à son insertion à 2 groupes libéro-ligneux, et la tige principale s'insère de même sur la tigelle. La tige élémentaire comprend deux cordons libéro-ligneux qui, considérés isolément, ont la structure d'un faisceau foliaire. Néanmoins le système constitué par leur combinaison est une unité simple, douée de propriétés anatomiques essentielles, étrangères à chacun des faisceaux composants ; le système conducteur de la tige n'est pas une simple juxtaposition de faisceaux zygomorphes, mais une sorte de cylindre central formé d'antimères libéro-ligneux à liber extérieur, disposés régulièrement autour d'un axe. Nous le nommerons *cladocycle* pour le distinguer de son analogue de la racine.

Le cladocycle se complique souvent ; et ses faisceaux se multiplient par ramification ou par apparition de centres secondaires. Les antimères deviennent ainsi plus nombreux ; néanmoins l'unité morphologique reste simple et douée des mêmes propriétés. Si la différenciation progresse, les antimères s'écartent et il se produit une *moelle par dissociation*. La moelle fait alors, comme le péricycle, partie intégrante du cladocycle.

Chez plusieurs *Equisetum* les antimères restent entièrement individualisés avec endoderme et péricycle propres. Toutefois ils ne sont pas indépendants, car leur disposition cyclique autour de l'axe répond à la définition de la tige. Ils diffèrent donc essentiellement des faisceaux foliaires. On sait comment les antimères, distincts dans les *E. limosum* et *littorale*, sont fusionnés latéralement par leurs endodermes dans d'autres espèces. Chez l'*E. hyemale* il suffit de passer du rhizome à la tige aérienne où la différenciation est plus active, pour voir les endodermes propres faire place à deux cercles extérieur et intérieur. Ainsi naît une *moelle par inclusion*, homologue de l'écorce et non du péricycle. Le cercle endodermique intérieur disparaît dans E. Telmateja, etc.

Jusqu'ici nous avons envisagé la tige pourvue d'un seul cladocycle ou tige simple. Plusieurs cladocycles peuvent entrer dans sa constitution. Dans ce cas elle n'acquiert pas de nouvelles propriétés anatomiques fixes ; elle tend à réaliser une unité de même nature, mais d'ordre plus élevé. Les bourgeons agrégés nous ont montré ce but atteint ; la résultante y présente rigoureusement les propriétés morphologiques des composantes. C'est seulement au voisinage de l'insertion que l'on trouve condensée sur un trajet très court une série d'intermédiaires entre une collection de tiges simples et une tige complexe.

Ailleurs un arrêt de développement fixe définitivement la tige dans un stade, qui d'habitude est parcouru rapidement au cours de l'évolution et dont les tiges agrégées ne nous offrent qu'une trace. De même qu'il y a des cellules à noyaux multiples, il y a des tiges à plusieurs cladocycles permanents. Mais partout où cette structure existe, la nature cherche à réaliser de nouveau le type caulinaire par retour de l'ensemble des cladocycles à la disposition cyclique et de chacun d'eux à la symétrie zygomorphe de l'antimère. L'anatomie comparative, comme l'anatomie comparée, va nous révéler cette double tendance.

Nous en trouvons un bon exemple dans le pédoncule floral de plusieurs Primevères, en particulier dans le *Primula Delavayi,* que M. Van Tieghem a décrit avec soin dans un travail récent. A la base un certain nombre de cladocycles forment un cercle unique ; plus haut les endodermes et les péricycles se fusionnent latéralement ; puis l'endoderme intérieur disparaît : chaque cladocycle se réduit à un faisceau collatéral, c'est-à-dire à un simple antimère de tige. Ici, comme chez les *Equisetum*, la moelle naît par inclusion.

Cette transformation par concrescence d'un ensemble de cladocycles en un seul cladocycle plus complexe, bien loin d'être un phénomène isolé et exceptionnel, n'est qu'un cas particulier de la marche suivie par la nature pour perfectionner les organismes. La tige de quelques Fougères renferme à la base un cladocycle étroit sans moelle (*Hymenophyllum, Gleicheinia,* etc.) Plus haut, dans ces mêmes espèces et dans toute l'étendue de la tige chez d'autres Fougères, plusieurs semblables cladocycles sont disséminés dans le parenchyme fondamental. Mais en vertu de la loi de l'attraction de soi par soi, la fusion de ces homologues juxtaposés est imminente et nous la trouvons réalisée d'une façon plus ou moins irrégulière dans la tige végétative des Lycopodes. Chez d'autres Cryptogames vasculaires nous retrouvons la tendance déjà signalée à reproduire un seul cladocycle complexe aux dépens d'une somme de cladocycles élémentaires. La tige des *Marsilia* possède au sommet des cladocycles distincts munis d'endodermes propres. A la base ces cordons se fusionnent et l'on n'a plus qu'un anneau avec

libers et endodermes externes et internes. Un degré de plus est atteint à la base d'un stipe de *Phylloglossum* ; car, malgré la persistance de la trachée centrale dans chacun des 6 cordons vasculaires du cladocycle unique, le liber a disparu sur la face interne. Au sommet la structure primitive reparaît par individualisation de 6 cladocycles à symétrie propre. Toutefois ce retour à l'état primordial n'est pas complet, les cladocycles se comportant, dans l'émission des appendices, comme s'ils étaient groupés deux à deux (Bertrand).

Une accélération évolutive est très générale chez les plantes supérieures. Dans les premiers stades de la croissance seulement, alors que la différenciation n'est pas complète, les cordons procambieux sont distincts dans le parenchyme fondamental. Encore arrive-t-il souvent qu'une interversion, une falsification du développement fait croire à l'unité primitive des cladocycles théoriquement multiples, en sorte que la complexité originelle de la tige est masquée dans sa source.

Pourtant les caractères intermédiaires deviennent définitifs dans certaines plantes et reparaissent avec une persistance singulière dans des groupes étendus. Telle est l'origine des tiges polycycliques des *Primula*. Ailleurs les cordons isolés sont plus ou moins zygomorphes ; il n'est pas facile de décider dans tous les cas s'il s'agit d'une disposition primitive comme chez les *Equisetum* et d'une simple individualisation des antimères, ou d'un retour secondaire des cladocycles multiples à la structure des faisceaux comme on le voit clairement, chez les *Primula,* dans la portion qui revient à la structure normale. On observe ces antimères isolés chez les Nymphéinées où ils présentent des groupements secondaires très singuliers (Cabombées). Dans la famille des Ombellifères, où nous avons montré par un autre ordre d'arguments la complexité d'origine de certaines tiges, on observe parfois des antimères indépendants comme dans la tige florale de l'*Hydrocotyle bonariensis*.

En résumé on rencontre des tiges pourvues d'un cladocycle simple ou complexe, à antimères qui sont, primitivement ou secondairement, tantôt distincts, tantôt réunis dans un endoderme commun, mais toujours disposés de même autour de l'axe. Il existe en outre des tiges à cladocycles multiples disséminés sans ordre ou disposés en cercle. Ce sont des termes de passage incomplètement différenciés, aussi peu dignes d'être envisagés comme des unités distinctes et de recevoir des noms spéciaux que les cellules à plusieurs noyaux permanents. La tige, comme la cellule, possède un type morphologique dont les divers homologues ne diffèrent que par le degré de condensation ou isologie.

Feuille. — La feuille la plus simple possède un seul faisceau collatéral à symétrie zygomorphe. Ce faisceau n'a pas de différence *intrinsèque* avec l'antimère de la tige. Ces deux éléments ont bien certaine-

ment une dérivation commune ; mais actuellement l'antimère de tige n'a aucune tendance à s'isoler, et les faisceaux de la feuille aucune tendance à se disposer comme antimères autour d'un axe.

La feuille se complique comme la tige : 1° par agrandissement du même faisceau, qui se dissocie en cordons distincts, 2° par concrescence de plusieurs feuilles élémentaires.

Les feuilles concrescentes peuvent être fixées dans un stade où leurs divers éléments ne sont pas fusionnés en une unité d'ordre supérieur, et l'on a des feuilles à plusieurs faisceaux indépendants, pourvus de plans de symétrie propres, comme on a des tiges polycycliques, des cellules multinucléées. Ces feuilles mal différenciées sont parfois difficiles à distinguer de la tige.

Plus souvent un faisceau devient médian et son plan de symétrie sera l'unique plan de symétrie du complexe. Les faisceaux nombreux nés par association ou dissociation peuvent se rapprocher du plan médian et réaliser un groupement qui semble cyclique. C'est ce qu'on observe, non seulement dans les pétioles (Van Tieghem et Douliot), mais aussi dans les grosses nervures du limbe. De tels cylindres se rencontrent encore dans les nervures de troisième ordre chez le Platane. Les cylindres conducteurs des feuilles sont constamment zygomorphes, soit isolément s'ils sont médians, soit dans leur ensemble s'il y en a de latéraux. La disposition cyclique de la feuille diffère donc essentiellement de la disposition cyclique de la tige. Nous lui donnerons le nom de *phyllocycle,* pour la distinguer du cladocycle qui lui est analogue, non homologue. Par contre le phyllocycle possède les propriétés anatomiques du faisceau foliaire dont il dérive ; il est à ce faisceau ce que le cylindre central d'une tige compliquée est au cladocycle primitif. Il constitue un groupement secondaire, ayant pour origine une adaptation physiologique de la portion de membre considérée et se modifiant d'un point à l'autre.

La feuille du *Populus pyramidalis* nous montrera cette extrême variabilité du phyllocycle. Le pétiole prend 3 faisceaux à la tige. Les stipules ne reçoivent que de minces filets des faisceaux latéraux. Le faisceau médian étale déjà en arc ses cordons élargis dans l'écorce de la tige ; et, à la base de la portion libre du pétiole, les 3 faisceaux, après s'être envoyé des anastomoses, forment autant de phyllocycles pourvus de moelle par inclusion. A la base du pétiole élargie transversalement succède une portion aplatie, ensiforme. Les faisceaux adaptent leur groupement à cette forme spéciale de l'organe qui prend une structure semblable à celle du phyllode des acacias. Les cylindres latéraux refoulés vers le médian se fondent en lui, mais à des niveaux un peu différents, à cause de la torsion précoce du pétiole. Le phyllocycle

devenu unique envoie sur sa face ventrale deux ramifications qui s'unissent bientôt sur le plan médian. Ce phyllocycle ventral s'étrangle et donne naissance à un troisième cylindre, qui en engendre parfois de même un quatrième. Le cylindre le plus voisin de la face ventrale se bifurque le premier pour suivre les nervures du limbe; le suivant y pénètre à son tour et ainsi de suite. Le phyllocycle dorsal reste le dernier dans la nervure médiane du limbe. La torsion du pétiole altère plus ou moins profondément la régularité de la croissance. On y trouve des cylindres surnuméraires formés de deux faisceaux ou d'un seul devenu concentrique. Dans la fusion médiane des moitiés du premier cylindre ventral, nous avons observé un cordon libérien enclavé entre deux arcs ligneux, de manière à former un faisceau concentrique à liber interne, isolé au milieu de la moelle de ce phyllocycle. Si nous suivons un faisceau à partir d'une fine nervure du limbe, nous le voyons entrer dans les combinaisons cycliques les plus variées, pour s'adapter au milieu qu'il traverse. Le groupement auquel est dû le phyllocycle n'a donc rien de la fixité caractéristique et primordiale du cladocycle.

Les feuilles, comme les tiges, toutes concordantes par leur nature, diffèrent entre elles par l'isologie. L'anatomie comparative nous montrerait l'anisologie entre les feuilles axillantes de bourgeons anisologues d'une même plante. L'anatomie comparée donne des renseignements plus importants.

La feuille unifasciculée constitue le type primordial que l'on trouve chez la plupart des Cryptogames vasculaires, à l'exception des Fougères, qui sont un groupe aberrant. Elle se rencontre chez toutes les Lycopodinées, chez les Annulariées, les Conifères. La gaine des *Equisetum* dérive directement du verticille des *Annularia*. Chaque faisceau conservant son plan de symétrie comme s'il était isolé, la gaine représente une unité imparfaite. Telle est aussi la valeur des feuilles de *Sphenophyllum* parmi les Rhizocarpées, des Cordaïtes parmi les Gymnospermes, où l'on trouve plusieurs nervures parallèles toutes équivalentes. Cette organisation nous mène à la structure habituelle des Monocotylédones. Ici la feuille s'individualise mieux et se différencie. Elle va être plus nettement zygomorphe, car un faisceau devient médian; et la feuille agrégée est réalisée par retour du complexe à la symétrie de l'élément.

Chez les Dicotylédones la différenciation s'élève bien plus haut. Pourtant son point de départ est aussi humble que la structure des *Equisetum*. Tandis que les *Ephedra* et *Welwitschia* offrent une gaine dissociée en deux feuilles, les Casuarinées reproduisent le type des Equisétacées. Chez les Platanacées et les Polygonées nous voyons une feuille d'un type nouveau et compliqué dériver de ce groupe de feuilles

juxtaposées. Aux nœuds supérieurs d'une tige florale de *Polygonum*, la gaine est aussi rudimentaire que chez les Casuarinées. Le voisinage des fleurs semble avoir soustrait les appendices de cette région à l'adaptation qui a déterminé le perfectionnement de la feuille. A mesure que l'on considère des nœuds plus éloignés de l'inflorescence, on voit une nervure faire saillie, puis les faisceaux voisins lui envoyer de petites branches. Plus bas ces branches deviennent si fortes, que le point de convergence constitue un membre puissant, tandis que la gaine primitive se réduit à une membrane traversée par de minces filets conducteurs. Telle est la signification de l'ochréa.

L'ochréa, homologue de la gaine des *Equisetum*, des limbes d'*Asterophyllites*, l'est aussi de la gaine des feuilles agrégées, de la gaine en général.

Le pétiole, qui se résoud inférieurement dans la gaine, est souvent en continuité avec le limbe ; c'est simplement une région où la nervure prédomine sur la lame ou persiste seule. Dans l'Oranger, le pétiole se dilate en un limbe surnuméraire.

Quant aux stipules, elles rappellent souvent une paire de folioles différenciée par suite de sa sortie précoce, ou même semblable aux autres (*Dorycnium*). Chez le *Barnadesia* les stipules prennent directement à la tige des faisceaux correspondant aux nervures latérales des autres Composées. Celles des Rubiacées ne diffèrent du limbe que par l'origine de leurs faisceaux (Lestiboudois). Par contre, chez les *Sambucus*, chaque paire de stipules reçoit une nervure dont la trace est la même que celle d'un faisceau foliaire médian.

La théorie foliaire de la fleur se trouve singulièrement simplifiée, si l'on reconnaît que, d'une part la gaine, les stipules, le pétiole, le limbe représentent des portions homologues diversement adaptées à un rôle qui a rarement sa raison d'être dans la fleur, que d'autre part les feuilles florales ne sont pas nécessairement isologues des feuilles végétatives et qu'elles peuvent recevoir un nombre différent de faisceaux.

La complication d'une feuille n'est pas toujours liée, dans la nature actuelle, au nombre d'unités élémentaires entrant dans sa composition. Toutefois le perfectionnement du membre a eu pour point de départ l'intervention d'éléments multiples et leur agrégation. Seulement l'effet survit à sa cause ; et, tandis que la différenciation de la partie libre, avantageuse à la vie de la plante, continuait à s'accentuer, l'agrégation des éléments foliaires, qui en avait étayé les débuts, qui avait attiré l'organisation dans cette voie, disparaissait pour que l'unité supérieure rentrât dans l'ordre et réalisât de nouveau le type morphologique initial. La feuille complexe et différenciée, qui ne pouvait pas dériver de la feuille simple sans une association de plusieurs semblables unités,

s'est affranchie successivement des éléments qui avaient rendu sa naissance possible; elle se forme d'emblée telle qu'elle n'a pu apparaître que lentement dans une longue suite de générations; l'anatomie comparée, la paléontologie et plus rarement l'anatomie comparative nous montrent les stades parcourus par cette différenciation.

En somme, si toutes les feuilles sont des membres de même nature, sont homologues, elles ne sont pas isologues, même sur une seule tige.

Racine. — Le système conducteur d'une racine exempte de toute complication est un cylindre central à symétrie axile, renfermant deux groupes vasculaires opposés, qui finissent par confluer vers l'axe, et deux groupes libériens alternes avec les premiers. Le liber, comme le bois, est directement appliqué au péricycle. Ce cylindre n'est donc pas homologue du cladocycle, où le bois est séparé du péricycle par du liber. Nous le nommerons *rhizocycle.*

Le rhizocycle est formé, comme le cladocycle, de deux antimères au moins, et la structure de la racine actuelle, comme celle de la tige, dérive d'un type plus simple et bilatéral. On ne connaît, il est vrai, aucun appendice de la racine qui soit à ce membre ce que la feuille est à la tige, et qui représente pour ainsi dire son archétype persistant, fixé et maintenu à côté de lui par la division du travail. Pourtant l'antimère de racine a eu primitivement une existence indépendante; et quelques plantes très inférieures ont conservé à notre époque, dans leurs racines, cette structure primordiale. Mais, bien différents en cela de la feuille, ces membres doués isolément de la symétrie zygomorphe, la perdent dès qu'ils s'associent, pour se disposer régulièrement autour d'un axe.

Les racines réduites à un antimère existent seules chez plusieurs *Ophioglossum.* La racine des Lycopodes possède, sauf dans les cas d'avortement, au moins deux antimères à la base; mais elle manifeste sa dérivation directe de la structure précédente par une tendance extrême à isoler de nouveau ses antimères par dichotomie.

L'insertion vasculaire des racines prouve aussi, quoique indirectement, que la racine a eu primitivement un antimère isolé. Au point d'insertion d'une racine, tout conspire à faire du système vasculaire un tissu privilégié et à rendre les relations des vaisseaux des deux membres aussi directes, aussi étendues que possible. Ainsi les radicelles se forment, à moins d'impossibilité matérielle, vis-à-vis des cordons ligneux de la racine. Cela étant, on s'étonne que la bande ligneuse des racines binaires ne soit pas longitudinale chez les Cryptogames vasculaires comme chez les Phanérogames. Cette anomalie, jusqu'ici inexpliquée, est une conséquence de la filiation du rhizocycle binaire des Cryptogames, qui se relie, bien plus directement que celui des Pha-

nérogames, au membre pourvu d'un antimère isolé au lieu de cylindre central. La façon dont les antimères s'isolent dans les racines de Lycopode nous indique comment ils se sont fusionnés pour former un rhizocycle : ils se sont rapprochés par leurs libers; ceux-ci ont été dissociés par les bois, qui se rejoignent de manière à constituer une lame transversale quoique dérivée de deux lames longitudinales.

Le système conducteur spécifique de la racine dérive donc, comme ceux de la tige et de la feuille, du faisceau collatéral. Ce faisceau, qui persiste dans la feuille, devient un antimère dans la tige et dans la racine. Mais dans la tige, les antimères se rapprochent par leurs bois et conservent leur aspect primitif; dans la racine ils confluent par leurs faces libériennes; et les groupes vasculaires, qui ont toujours une influence prépondérante, disloquent les cordons libériens pour se rejoindre vers l'axe et reléguer le liber au voisinage de l'écorce, cette disposition relative des éléments conducteurs semblant avantageuse à leur bon fonctionnement. Chez les plantes comme chez les animaux, la symétrie rayonnante est secondaire et dérive de l'organisation dorsiventrale.

Le rhizocycle simple peut se compliquer, comme le cladocycle, par multiplication de ses éléments ou par association. Le premier cas est de beaucoup le plus fréquent. Parfois pourtant, comme chez les Ophrydées, plusieurs rhizocycles se trouvent juxtaposés dans un seul tubercule par concrescence d'autant de racines; mais ces cylindres n'affectent pas de disposition cyclique et ne tendent nullement à former une unité d'ordre supérieur analogue aux bourgeons agrégés. C'est donc un membre mal différencié, tout comme une cellule multinucléée. Il en est de même chez les Lycopodes, où l'on voit plusieurs rhizocycles à un même niveau, parce que le cylindre central s'est dichotomisé plus vite que la racine.

Quand un rhizocycle binaire se bifurque, les antimères s'isolent. Mais tout autre est leur destinée selon qu'on envisage des Cryptogames ou des Phanérogames. Chez les Lycopodes où ils sont connus depuis longtemps, les antimères isolés n'ont aucune tendance à entrer dans une combinaison nouvelle et plus complexe. Leur isolement est un retour à une disposition à peine abandonnée. Deux antimères nés simultanément sont symétriques par rapport à l'axe; mais la symétrie ne s'étend pas au delà : les dichotomies successives se font dans des plans rectangulaires; et si l'ensemble de ces bifurcations détermine un tout symétrique par rapport à l'axe de la racine dont il dérive, cette symétrie n'a rien de commun avec la symétrie radicale, car les antimères n'affectent pas autour de cet axe la disposition cyclique qui caractérise cette dernière.

Chez les Phanérogames, les antimères s'isolent par un semblable

procédé dans les radicelles tuberculeuses des Papilionacées, qui ont suscité dans ces derniers temps plusieurs travaux, principalement au point de vue biologique (Schindler, Brunchorst). Un rhizocycle binaire s'insère sur la racine-mère en face d'un faisceau vasculaire; l'orientation de sa lame vasculaire est longitudinale. Dès la base du tubercule, les deux faisceaux ligneux s'écartent l'un de l'autre, entraînant chacun deux demi-faisceaux libériens qui se rejoignent sur la face ventrale du faisceau vasculaire de manière à l'entourer d'un arc comme dans les Lycopodes; le péricycle formé d'un seul rang de grosses cellules granuleuses et l'endoderme muni de beaux cadres d'épaississement se bifurquent de même, en sorte que l'on a deux antimères identiques à ceux des Lycopodes. Le tubercule s'élargit, mais les antimères conducteurs demeurent périphériques. Le parenchyme se différencie en deux régions qui simulent une écorce et une moelle, bien que la portion médullaire ne soit séparée de l'autre par aucun endoderme. Le tissu intérieur aux faisceaux a des cellules polyédriques gorgées d'amidon, tandis que la région corticale garde des éléments pâles et rectangulaires. Le système conducteur s'est comporté comme chez les Lycopodes; mais, contrairement à ces Cryptogames, il révèle dès le début une tendance à former une nouvelle racine à faisceaux dissociés. Chaque antimère se dichotomise; mais les branches, au lieu de tourner chacune de 90° pour s'opposer par leurs bois comme chez les Lycopodes et réaliser à elles deux un nouveau groupement à symétrie axile, s'écartent simplement en restant à la même profondeur et se disposent toujours à la limite de l'écorce et du cylindre central secondairement différenciés. Le nombre des dichotomies varie avec la dilatation de la radicelle. Parfois le tubercule lui-même se dichotomise plusieurs fois en éventail dans le plan longitudinal; chaque digitation reproduit la structure du tubercule simple.

Le tubercule des Papilionacées résulte donc d'un groupement nouveau d'antimères dissociés et ramifiés. Ce membre est à la racine normale ce que la tige de l'*Equisetum limosum* est à la tige normale. Au point de vue de l'anatomie comparée, il nous montre le retour indirect à la symétrie radicale d'antimères identiques à ceux qui s'isolent chez les Lycopodes. Ce cas offre aussi un certain intérêt par la différenciation évidente du parenchyme fondamental en écorce et moelle.

On entrevoit une fusion latérale des antimères en une nouvelle racine normale. Mais, tandis que cette structure a été anciennement réalisée dans la tige, on ne l'a pas découverte jusqu'ici dans la racine. Plus simple et plus uniforme que les autres membres, la racine présente du moins parfois plusieurs unités qui se groupent et tendent à réaliser une unité d'ordre supérieur.

Complexes morphologiques. — A côté de cette association si fréquente entre deux unités homologues, il existe des groupements hétérogènes qui ne sont plus des unités, mais des complexes morphologiques. Leurs parties constitutives sont des membres de natures différentes et n'ont aucune tendance à réaliser une unité plus élevée si ce n'est par suppression de certaines parties. Dans une préfeuille ou une glumelle bicarénée de Graminées, l'élément foliaire médian fait défaut. Dans les lames de *Ruscus,* les inflorescences de Tilleul, un cladocycle s'y substitue. L'axe aplati du *Genista sagittalis* est également un complexe de tige et feuille. Une trace radicale occupe seule la nervure médiane jusqu'à une certaine hauteur dans plusieurs cotylédons (gaine du Sarrazin, diverses Composées). Le cotylédon peut donc n'être une unité qu'au point de vue physiologique et être un complexe morphologique. La tigelle hypocotylée, avec sa structure radicale à la base, et ses éléments radicaux et caulinaires juxtaposés au sommet, un tubercule d'Orchidée ou de Ficaire, tige au sommet, racine à la base, sont des complexes morphologiques.

Conclusion. — Les unités morphologiques, telles que tige, feuille, racine, ont un prototype simple d'où proviennent des variétés par association ou ramification. Chaque membre renferme un groupe conducteur spécifique dérivé du faisceau collatéral, comme la cellule renferme un noyau. La coexistence de plusieurs groupes conducteurs dans un membre caractérise des états transitoires qui tendent, soit à l'isolement des parties et à la multiplication des unités, soit à l'agrégation et à la constitution d'unités d'ordre supérieur. Si un arrêt de développement fixe l'unité dans un stade intermédiaire, on a des cellules multinucléées, des tiges et des racines polycycliques, des feuilles à plusieurs faisceaux indépendants. Ce sont autant d'unités incomplètement différenciées, arrêtées dans leur évolution; tandis que dans la règle l'association d'unités homologues produit une nouvelle unité, qui est homologue des précédentes, mais qui en diffère par l'isologie.

M. J. KÜNCKEL D'HERCULAIS

Aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

RECHERCHES SUR LES GLANDES ODORIFIQUES DES INSECTES HÉMIPTÈRES, ET PARTICULIÈREMENT SUR CELLES DE LA PUNAISE DE LIT. — MÉCANISME DE LA SÉCRÉTION. — VALEUR DANS LA CLASSIFICATION.

— *Séance du 13 août 1886.* —

En 1866 les recherches que je poursuivais sur l'organisation des Insectes hémiptères [1] m'avait conduit à découvrir chez ces Insectes, du moins chez ceux qui font partie du groupe des Pentatomides, deux sortes d'appareils glandulaires, l'un, appartenant en propre aux larves et aux nymphes, situé à la région dorsale de l'abdomen, l'autre, apanage exclusif des adultes, situé à la région sternale du métathorax.

Ayant continué mes recherches en les étendant successivement à toutes les familles, j'ai été amené à faire quelques observations originales et à tirer quelques déductions plus générales.

Un type aberrant méritait à lui seul un examen attentif, c'est le plus connu de tous par le dégoût qu'il inspire, par le tourment qu'il nous cause, j'ai nommé la Punaise de lit. En effet, type aberrant par excellence, privé d'ailes et considéré de ce fait par quelques naturalistes comme des nymphes, puisant le sang dans nos vaisseaux, devait-il présenter relativement à ces appareils de sécrétion odorifère une disposition comparable à celle qu'on rencontre chez les Hémiptères hétéroptères ailés et suceurs de sève ?

Léonard Landois (1868), dans une étude anatomique de la Punaise de lit [2], avait bien décrit et figuré un appareil glandulaire, mais la forme, comme les rapports anatomiques qu'il lui attribuait, s'écartaient tellement des dispositions connues chez les Pentatomides, les Scutellérides et autres Hémiptères que le doute sur l'exactitude des observations du naturaliste allemand venait naturellement à l'esprit.

Reprenant alors l'examen anatomique du *Cimex,* j'ai reconnu, fait qui avait échappé à L. Landois, qu'il possédait depuis sa naissance à l'état de larve et de nymphe un appareil odorifique composé de *trois glandes abdominales dorsales* et, après sa dernière mue, un appareil

1. J. Künckel, *Recherches sur les organes de sécrétion chez les Insectes de l'ordre des Hémiptères.* Compte rendu Acad. Sc. 1866, 2e sem., p. 433.

2. Léonard Landois, *Anatomie der Bettwanze.* (Zeitschr. f. wiss. Zool., t. XVIII. 1868, p. 218, Taf. XII, fig. 14.)

odorifique *métathoracique sternal,* disposé tout autrement que ne l'avait décrit et figuré l'anatomiste allemand.

Fig. 1.

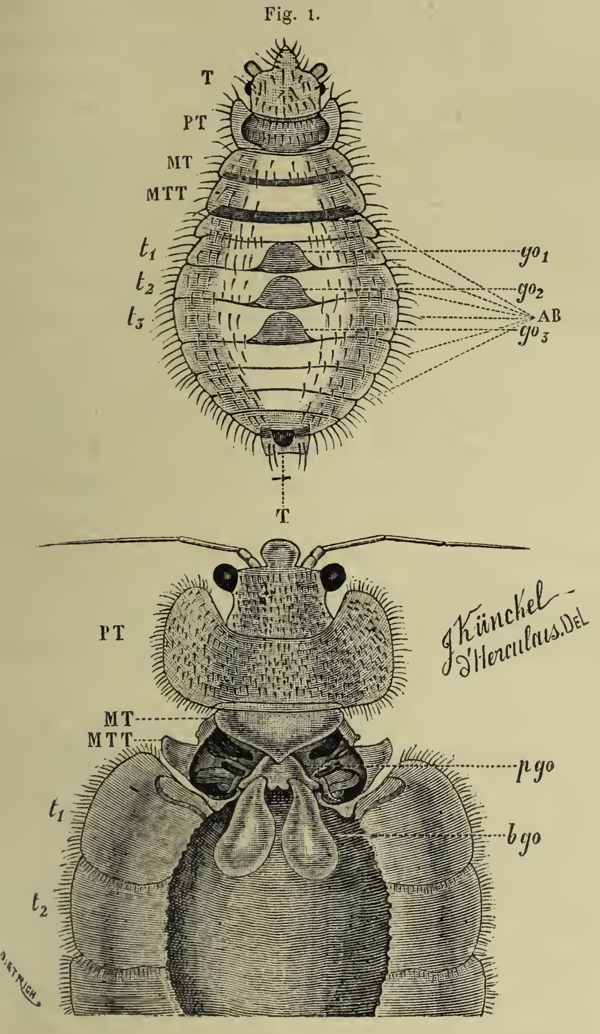


Fig. 2.

Fig. 1. — Jeune Punaise de lit au sortir de l'œuf. — T, tête ; PT, prothorax ; MT, mésothorax ; MTT, métathorax ; AB, abdomen ; t_1 t_2 t_3, les trois premiers tergites abdominaux ; go_1 go_2 go_3, les trois glandes odorifiques. Figure très grossie.

Fig. 2. — Punaise de lit adulte. — T, tête ; PT, prothorax ; MT, mésothorax ; MTT, métathorax ; t_1 t_2 t_3, les trois premiers tergites abdominaux ; *bgo*, bourses appendiculées et *pgo*, poche trapézoïdale constituant l'appareil odorifique ; à la base de cette dernière, entre les insertions des bourses, on voit les deux petits mamelons sur lesquels sont situés de minuscules cœcums.

Les glandes des larves et des nymphes (fig. 1) occupent la partie médiane et dorsale des trois premiers segments de l'abdomen AB, t_1 t_2 t_3 ; de même dimension, elles affectent toutes trois go_1 go_2 go_3, vues au mi-

croscope, une forme de sachet plus ou moins gonflé ; leur contour reproduit exactement la silhouette d'une cloche à melon, dont le fond serait tourné vers la tête ; chaque glande s'ouvre au dehors par deux orifices, placés de part et d'autre de la ligne médiane, et disposés transversalement au bord du premier, deuxième et troisième tergites, juste sur la ligne de séparation des anneaux : ils ont l'aspect de boutonnières ouvertes. Cet appareil glandulaire persiste jusqu'à la dernière mue; il est remplacé alors par un nouvel appareil situé dans une tout autre région du corps et construit sur un plan essentiellement différent. Cet appareil des Cimex adultes (fig. 2) se compose d'une paire de bourses allongées appendiculées *bgo,* d'égale longueur, disposées symétriquement de part et d'autre de la ligne médiane, entre les trous d'insertion des pattes postérieures ; ces bourses vont s'ouvrir, chacune par un orifice distinct, dans une poche trapézoïdale *pgo* qui occupe toute la région sternale métathoracique comprise entre la ligne de séparation du mésosternum et du métasternum et les insertions des pattes de la troisième paire ; la base de cette poche est bilobée et présente en arrière, de chaque côté de la ligne médiane, deux groupes de minuscules cœcums glandulaires. Cette poche débouche au dehors par une paire d'orifices situés dans un enfoncement sur les côtés du métasternum, au niveau de l'insertion des pattes de la troisième paire : ces orifices sont placés de part et d'autre d'un prolongement du mésosternum qui s'étend entre les pattes.

Léonard Landois n'avait pas reconnu les organes glandulaires des larves et des nymphes, il s'était singulièrement mépris sur le dispositif de l'appareil des adultes ; il lui donnait un seul orifice médian et par suite n'avait pas distingué les véritables attributions des différentes parties constituantes du système glandulaire.

La Punaise de lit, buveuse de sang, possède donc, à l'exemple des Scutellérides, des Pentatomides, des Coréides, des Lygéides, etc., suceurs de sève, deux systèmes d'organes de sécrétion situés, suivant qu'ils sont à l'état de larve et de nymphe ou à l'état adulte, dans deux régions absolument opposées du corps. Si les glandes des adultes affectent une forme spéciale, elles occupent la même situation et s'ouvrent au dehors par deux orifices situés dans les mêmes rapports.

J'ai tiré de ces études une déduction intéressante : j'ai établi que la présence à l'état adulte d'un système glandulaire métathoracique sternal était un criterium permettant de démontrer que les *Cimex lectularius* n'étaient pas des nymphes, mais des êtres parvenus au terme de leur évolution. Je renverrai aux comptes rendus de l'Institut [1] où l'on

1. Künckel, *la Punaise de lit et ses appareils odoriférants. — Des Glandes abdominales dorsales de la larve et de la nymphe; des glandes thoraciques sternales de l'adulte.* Compte rendu Acad. Sc., 5 juillet 1886.

trouvera un exposé complet des arguments qui m'ont amené à cette conclusion.

Je décrirai de préférence le mécanisme à l'aide duquel les Hémiptères lancent leur infecte sécrétion, mécanisme dont je n'ai pas encore parlé dans mes publications antérieures.

Chez les larves et les nymphes, une série de faisceaux musculaires obliques, disposés symétriquement de part et d'autre de la ligne médiane, s'insèrent sur le bord postérieur du tergite métathoracique, puis sur les côtés de la glande du premier anneau de l'abdomen. Des faisceaux musculaires parallèles à l'axe du corps, fixés d'une part à la région postérieure de cette glande et, d'autre part, à la région antérieure de la glande située dans le deuxième segment abdominal ; d'autres faisceaux obliques vont se fixer au-dessus des orifices des glandes et sur la paroi de la première glande. Cette disposition relative des muscles se répète de la seconde à la troisième glande. Enfin des faisceaux de muscles droits et obliques relient les régions postérieures et latérales de la troisième glande et la partie postérieure du quatrième tergite abdominal.

Il résulte de cette disposition que tout le système musculaire reliant les glandes entre elles n'a réellement que deux points fixes, l'un *antérieur* sur le bord postérieur du tergite de l'anneau métathoracique, l'autre *postérieur* sur le tergite du quatrième anneau. On voit, d'après cela, que la contraction de tous les faisceaux musculaires étant forcément simultanée, les trois glandes odorifiques sont comprimées à la fois et que, par suite, le liquide infect accumulé est lancé en même temps par les six orifices.

Chez les Insectes adultes, la situation topographique, comme la disposition anatomique du système glandulaire odorifique, étant tout autre, le mécanisme qui le met en action est absolument différent. J'ai étudié de préférence la vulgaire punaise de bois (*Raphigaster grisens*, L.) qui se prêtait mieux par sa taille et la résistance de son squelette à la dissection directe.

Chez ces Hémiptères, la glande située dans le métathorax a la forme d'un sachet, qui est mis en communication avec l'extérieur, par deux prolongements membraneux, puis chitineux ; ces canaux différents s'ouvrent dans chacun des épisternums métathoraciques.

On ne trouve plus ici de système musculaire agissant directement sur les glandes pour amener l'éjaculation du liquide odorifique ; c'est la compression des différents viscères, amenée par le jeu des muscles abdominaux, qui réagit sur la glande. Sur chaque canal déférent et à son origine, s'insère la base d'un muscle triangulaire dont le sommet tendineux constitue un long apodème qui contourne en arrière la base

de la patte métathoracique et se fixe dans l'angle postérieur formé par la crête interne d'union de l'épisternum et de l'épimère, et par la face interne de l'épimère. Ce muscle, par sa contraction, détermine l'ouverture et, par son élasticité, amène la fermeture de chacun des canaux déférents.

L'étude comparée que j'ai poursuivie sur les appareils odorifiques dans les différents groupes d'Hémiptères hétéroptères (Scutellérides, Pentatomides, Coréides, Lygéides, Capsides, etc.) m'a démontré qu'elle fournit d'excellents caractères susceptibles de changer les classifications adoptées.

J'ai constaté notamment qu'elle modifiait les opinions consacrées sur les affinités zoologiques de certains Hémiptères, tels que les Cimicides (*Cimex lectularius*) et certains Hémiptères aquatiques, les Naucorides (Corise, Naucore, etc.).

M. Jules KÜNCKEL D'HERCULAIS

Aide-naturaliste au Muséum d'Histoire naturelle, à Paris.

DE LA VALEUR DE L'APPAREIL TRACHÉEN POUR LA DISTINCTION DE CERTAINES FAMILLES DE COLÉOPTÈRES (ÉLATÉRIDES ET BUPRESTIDES)

— *Séance du 13 août 1886.* —

Ayant été amené en 1885 à étudier l'organisation des Élatérides et principalement celle des Pyrophores, j'ai donné une représentation aussi fidèle que possible de l'appareil respiratoire de ces derniers; si l'on se reporte à la planche V et à la planche VI, figures 3 et 5, de la thèse de doctorat ès sciences de M. le Dr Raphaël Dubois, *les Élatérides lumineux*, dont la partie zoologique et anatomique a été faite sous ma direction et avec ma collaboration[1], on pourra se rendre un compte exact de la disposition et de la structure du système trachéen de ces Insectes coléoptères.

Qu'il s'agisse des Pyrophores, Insectes américains, ou de nos espèces indigènes (*Lacon murinus*, *Athous niger*, *etc.*), nous nous sommes assurés que le plan suivant lequel sont construits les organes de la respiration est absolument le même.

Les orifices par lesquels pénètre l'air sont au nombre de 9 paires;

1. Raphael Dubois, *les Élatérides lumineux* (*Bull. de la Soc. zool. de France*, t. XI. 1886, Introduction, p. 5.)

ils occupent des situations absolument fixes et ont une forme bien déterminée.

Les orifices antérieurs sont situés à la face inférieure du corps, de part et d'autre de la pointe sternale prothoracique qui caractérise les Élatérides, en arrière de l'insertion des pattes de la première paire, sur la partie membraneuse reliant le prothorax au mésothorax : ce sont les *stigmates prothoraciques*. La seconde paire d'orifices, absolument invisible lorsque ces Insectes sont au repos ou arpentent le sol, ne peut être aperçue que lorsque les élytres en déhiscence ont pris naturellement ou artificiellement la position qu'elles doivent avoir pendant le vol ; ces orifices, situés à la région dorsale au point de jonction du mésothorax avec le métathorax, sont disposés obliquement dans un enfoncement membraneux limité par le bord supérieur de l'épimère métathoracique, le point d'insertion de l'élytre de part et d'autre du præscutum et l'apodème saillant sur lequel pivote l'aile : ce sont les *stigmates mésothoraciques*. La troisième paire d'orifices respiratoires, recouverte dans le repos ou la marche par les élytres et les ailes, n'est visible que lorsque, les élytres étant soulevées, les ailes se sont déployées ; ces orifices, les plus grands de tous, sont placés à la région dorsale obliquement et parallèlement aux précédents au-dessus de l'articulation de la hanche, au point d'union postérieur de l'épimère et de l'épisternum métathoracique ; ils s'ouvrent dans un espace membraneux limité par un prolongement du scutellum et le bord antéro-externe du premier tergite abdominal : ce sont les *stigmates métathoraciques*.

Ces désignations ne sont pas seulement justifiées par les rapports anatomiques, elles le sont encore par le mode de distribution des trachées ; les stigmates prothoraciques envoient deux gros troncs trachéens qui se distribuent aux muscles et à tous les organes contenus dans le prothorax ; les stigmates mésothoraciques, indépendamment des troncs anastomotiques, émettent des trachées qui vivifient les muscles du mésothorax ; les stigmates métathoraciques fournissent leurs trachées aux muscles et à tous les appareils du métathorax. Pour constater la position exacte des stigmates, pour vérifier le mode de distribution des trachées qui en partent, on n'aura qu'à se reporter aux planches III, V et VI, figures 1, 2 et 4, accompagnant la thèse de M. le Dr Dubois.

Nous ferons observer que, dans ce travail, pour se conformer à certaines vues théoriques émises et défendues par plusieurs savants distingués, les stigmates métathoraciques ont été considérés comme dépendants de l'abdomen, nommés pour ce motif stigmates abdominaux et indiqués sur les planches par les lettres *sa;* ils doivent en réalité être désignés par les lettres *smth*.

Quant aux stigmates abdominaux, ils sont au nombre de 6 paires disposées régulièrement aux angles antérieurs des deuxièmes, troisièmes, quatrièmes, cinquièmes, sixièmes et septièmes tergites ; ils sont tous de petites dimensions par rapport aux stigmates thoraciques (Pl. V, fig. s' à s^{vi}).

Si l'on se reporte aux figures que nous avons données, Pl. V et VI, on reconnaîtra que le système trachéen des Pyrophores est constitué dans toutes les régions du corps par un système de conduits aériens tubulaires dont les troncs principaux, de faible calibre dans l'abdomen, sont de diamètre considérable seulement dans le thorax ; il est à remarquer que sur le trajet d'aucune trachée il n'existe de renflement ampuliforme. Nos espèces indigènes présentent exactement le même dispositif.

On peut donc dire que dans la famille des Élatérides l'appareil respiratoire est constitué exclusivement par des trachées tubulaires.

Quelques années auparavant (1882), ayant eu la bonne fortune de posséder quelques spécimens vivants d'un gros et magnifique Buprestide, le *Julodis Onopordi,* rapportés d'Algérie par M. de la Peichardière, je les avais soumis à la dissection et j'avais constaté que l'appareil respiratoire était construit sur un plan tout particulier. Consultant mes notes, me reportant au mémoire publié par M. le Dr Alex. Laboulbène[1] sur l'anatomie du Bupreste géant (*Euchroma gigantea*, Linné), examinant à nouveau des représentants des genres *Julodis* et *Sternocera,* j'ai pu me faire une idée très exacte de l'appareil respiratoire des Buprestides et j'ai été très frappé des particularités de disposition et de structure qu'il présentait.

Les orifices d'entrée de l'air sont au nombre de 10 paires, au lieu de 9 comme chez les Élatérides. Les stigmates prothoraciques sont situés sur la partie membraneuse qui sépare le prothorax du mésothorax, et *s'ouvrent sur les côtés du corps à la hauteur des yeux,* au lieu de s'ouvrir à la face ventrale du corps, comme chez les Élatérides. Les stigmates mésothoraciques et métathoraciques occupent la même situation relative que chez ces derniers et ne présentent que des différences de formes, de dimensions et de structure. Les stigmates abdominaux sont au nombre de 7 paires, *une paire de plus que chez les Élatérides ;* ils sont placés sur les tergites dans les mêmes rapports, et ne présentent que des différences secondaires.

Les figures 8 et 9 de la Pl. XV du mémoire de M. le Dr Laboulbène sur l'anatomie de l'*Euchroma gigantea* permettent de se rendre un compte exact de la disposition des orifices respiratoires chez les Bu-

1. Alex. Laboulbène, *Recherches sur l'anatomie du* Buprestis gigantea, Linné. (*Archives entomologiques*. Paris 1857, p. 465., pl. XV, fig. 8 à 15.)

prestides; nous avons vérifié qu'elle était identique chez les *Julodis* et les *Sternocera*.

Si la position et le nombre des stigmates sont différents chez les Élatérides et les Buprestides, le système trachéen, lui aussi, est construit sur un plan tout autre. Le Dr Laboulbène mentionne sans insister que chez le Bupreste géant, à tous les stigmates viennent aboutir des troncs trachéens dont les divisions sont innombrables et que le nombre des trachées vésiculeuses et des utricules terminales est immense [1].

J'ai constaté que chez le *Julodis Onopordi* le système trachéen tout entier était composé d'une multitude de vésicules aériennes disséminées au milieu de tous les organes, absolument comme chez notre Hanneton commun, notre Cétoine des roses et tous les Scarabéides.

Il y a donc opposition absolue entre la structure de l'appareil respiratoire des Élatérides et des Buprestides, et l'on ne saurait établir de comparaison entre le système trachéen tubulaire des premiers et le système trachéen vésiculaire des seconds [2].

Relativement aux données que peut fournir l'anatomie comparée de l'appareil trachéen des Insectes, voici l'opinion de M. le professeur Em. Blanchard [3] : « Mes recherches, dit-il, m'ont démontré que les modifications offertes par les organes de la respiration étant peu nombreuses ne pourraient pas être extrêmement utiles à la classification. Un exemple suffira pour le montrer : tous les Coléoptères sont pourvus de trachées tubuleuses très semblables dans tous les types. Il faut en excepter seulement deux tribus : les Scarabéiens et les Lucaniens, qui tous sont pourvus de trachées vésiculeuses. Ceci prouve au reste que l'on doit tenir compte des différences que présente l'appareil respiratoire. Ailleurs, dans les Hyménoptères et dans quelques autres ordres, on voit certaines modifications correspondant à certains groupes naturels. Mais néanmoins, avec la considération des trachées seulement, on obtiendrait fort peu de résultats ».

Si le savant professeur du Muséum a paru donner une valeur absolue au premier principe qu'il formule, il n'a pas échappé cependant à sa sagacité que l'étude comparée de l'appareil respiratoire pouvait, dans certains cas, fournir des caractères propres [4].

Les Scarabéides et les Lucanides, parmi les Coléoptères, ne sont pas seuls pourvus de trachées vésiculeuses; avec le Dr Laboulbène nous avons reconnu qu'une autre famille fort nombreuse et très homogène,

1. *Loc. cit.*, p. 472.

2. J. Künckel d'Herculais, *Note préliminaire. Bull. Soc. ent. de France*, p. CXXXVI, 25 août 1886.

3. Em. Blanchard, *Recherches anatomiques sur le système nerveux des Insectes Coléoptères. Ann. Sc. nat.*, sér. 3, t. V, 1846, p. 314.

4. Les dispositions spéciales que présente l'appareil respiratoire des larves et des nymphes chez les Diptères permettent, ainsi que nous l'avons reconnu, de distinguer des groupes entiers.

celle des Buprestides, possède un appareil trachéen constitué par des milliers de petites ampoules ; et c'est en suivant le second principe qu'il expose, c'est-à-dire en tenant compte des différences que présentent le système respiratoire des Buprestides et celui des Élatérides, que nous avons été amené à reconnaître qu'à elles seules elles justifient l'éloignement de ces deux familles. Par la seule comparaison des trachées on obtient, dans ce cas, un résultat qui certes n'est pas sans valeur et dont l'importance ressortira bien plus encore si l'on tient compte des caractères différentiels fournis par les autres systèmes organiques.

Dans ses belles recherches sur le système nerveux des Animaux sans vertèbres [1] qui ont à juste titre largement contribué à établir sa notoriété scientifique, M. Em. Blanchard a insisté à plusieurs reprises sur les caractères qui éloignent les Élatérides des Buprestides, dans les chapitres qui sont consacrés à chacun de ses groupes [2]. « Je regardais, dit-il [3], avec la très grande majorité des entomologistes, les Buprestides comme intimement liés aux Élatérides. Il y a trois ans, M. Milne-Edwards s'occupait d'une étude jusqu'ici bien négligée, celle de la disposition des nervures dans les ailes des Coléoptères.... Les ailes des Buprestides et des Élatérides lui présentèrent, dans la disposition des nervures de leurs ailes, des différences extrêmement considérables. Dès lors ce zoologiste ne douta plus que ces deux familles dussent prendre place dans des tribus distinctes. Il voulut bien me faire part de son observation ; le fait était palpable, il fallait bien l'admettre. Néanmoins, malgré cette grande différence, je croyais encore les Buprestides et les Élatérides unis sous plusieurs autres rapports. Dans mon *Histoire des Insectes* [4], malgré les modifications considérables que j'ai proposées touchant la classification des Coléoptères, je n'avais pu encore me décider à éloigner ces deux familles l'une de l'autre. Les Eucnémides me paraissaient constituer un intermédiaire entre elles et indiquer le rapprochement généralement admis.

« Cependant, aujourd'hui je suis persuadé que ce rapprochement n'était point naturel. Aucun caractère bien important tiré des larves ou des insectes parfaits, soit des parties extérieures, soit des organes intérieurs, ne vient l'appuyer. Bien loin de là, car c'est à peine si on

1. Em. Blanchard, *Recherches sur l'Organisation et particulièrement sur le Système nerveux des animaux sans vertèbres.* — *Recherches anatomiques et zoologiques sur le système nerveux des animaux sans vertèbres.* — *Du Système nerveux des Insectes.* — *Mémoire sur les Coléoptères,* publiées dans le 3e volume des *Recherches anatomiques et physiologiques faites pendant un voyage sur les côtes de Sicile et sur divers points du littoral de la France,* par MM. H. Milne-Edwards, de Quatrefages et Blanchard. Paris, 1845-1849, ainsi que dans les *Annales des Sciences naturelles,* 3e sér., t. V, 1846, p. 314, et *le Règne animal de Cuvier,* éd. de ses disciples : le texte et les 9 dernières planches ont paru dans les *Annales,* les 3 premières planches dans le *Règne animal.* — Tirage à part avec texte et planches complètes. Paris, 1845-1849.

2. *Loc. cit., Ann. Sc. nat.*, p. 357, et tir. à part, p. 85.

3. *Loc. cit., Ann. Sc. nat.*, p. 365, et tir. à part, p. 93.

4. Em. Blanchard, *Histoire des Insectes,* t. II, 1845.

peut invoquer la forme des antennes. D'après l'ensemble de l'organisation, les Buprestides s'éloignent considérablement des Élatérides quand on les considère aussi bien à leur état parfait qu'à leur état de larve. »

Si l'on se reporte aux descriptions et aux figures que M. le professeur Blanchard a données de l'appareil nerveux des Buprestides [1] et des Élatérides [2], si l'on suit la description du système nerveux des Pyrophores, insérée dans la thèse du D[r] Dubois [3], on pourra se convaincre que le mode de groupements des centres nerveux est absolument différent.

Chez les Buprestides, les centres médullaires thoraciques sont reliés par des connectifs courts, les centres du mésothorax et du métathorax sont confondus et les ganglions abdominaux sont seulement au nombre de quatre, unis par des connectifs assez longs ; la coalescence des centres médullaires mésothoraciques et métathoraciques est un caractère particulier à ces insectes.

Chez les Élatérides, les trois centres médullaires thoraciques sont indépendants ; le ganglion du prothorax est rattaché au ganglion du mésothorax par des connectifs très allongés ; le ganglion du mésothorax est mis en relation avec le ganglion du métathorax par des connectifs curvilignes, cette forme arquée leur étant imposée par une disposition spéciale de l'entothorax ; les ganglions abdominaux sont au nombre de 7 (de 8 si on dédouble le dernier ganglion qui est en effet constitué par deux centres confondus).

Il est donc évident que le nombre comme le mode de groupement des centres médullaires est absolument différent dans les deux familles de Coléoptères.

Si l'on consulte les catalogues et les ouvrages systématiques les plus récents : Th. Lacordaire, *Genera des Coléoptères*, t. IV, 1857 ; Jacquelin Duval, *Genera des Coléoptères d'Europe*, t. III, 2[e] partie, 1860-1861 ; Schaum, *Catalogus Coleopterorum Europæ, 1862;* de Marseul, *Catalogue des Coléoptères d'Europe*, 1862 ; Gemminger et B. de Harold, *Catalogus Coleopterorum*, t. V, 1869 ; pour ne citer que des œuvres classiques, on peut constater que tous les auteurs, s'ils ne réunissent plus, à l'exemple de Latreille, les Élatérides et les Buprestides dans un même groupe, celui des Sternoxes, ont toujours rapproché ces deux familles, les considérant comme liées par la plus étroite parenté. Or ce rapprochement est aussi bien condamné par la comparaison des larves, par l'étude approfondie des caractères extérieurs que par l'examen des

1. *Loc. cit., Ann. Sc. nat.*, p. 357, pl. XIV, fig. 3. — Tir. à part, p. 85, pl. X, fig. 3.
2. *Loc. cit., Ann. Sc. nat.*, p. 361, pl. II, fig. 6. — Tir. à part, p. 92, pl. VII, fig. 6.
3. *Loc. cit.*, p. 77, pl. VII.

organes internes. Les descriptions et les figures de larves données par nombre d'auteurs, les différences dans la nervulation des ailes observées pour la première fois par H. Milne-Edwards, le mode particulier de groupement des centres nerveux reconnu par M. Em. Blanchard, la disposition spéciale de l'appareil respiratoire sur lequel je viens d'insister, ne permettent plus de maintenir côte à côte deux familles dont les représentants n'ont à l'âge adulte que de trompeuses ressemblances de formes. Même, sans tenir compte de l'ensemble des caractères, nous pouvons dire que les plans suivant lesquels sont disposés les appareils de la respiration des Élatérides et des Buprestides sont tellement dissemblables qu'ils motivent à eux seuls la séparation absolue de ces deux familles qui doivent nécessairement occuper des places très éloignées dans le tableau de la classification des Coléoptères.

M. Ch. DEBIERRE

de Lyon.

UN EXEMPLE DE REIN UNIQUE

— Séance du 16 août 1886. —

Les exemples de reins uniques ne sont pas très rares. Mais il s'agit, dans la plupart des cas rapportés comme tels, non d'un seul et unique rein en réalité, mais bien de deux reins *fusionnés* sur la ligne médiane. Dans ces circonstances, les extrémités inférieures des reins se sont rapprochées, réunies et intimement soudées, d'où la présence, au-devant de la colonne lombaire, d'un seul rein en forme de croissant lunaire.

C'est là, en effet, une des anomalies les plus fréquentes de l'organisme, et il n'est pas d'anatomiste qui n'en ait vu plusieurs exemples dans le cours de sa carrière.

Il y a alors deux uretères, deux artères et deux veines rénales, et l'anomalie doit dater de l'époque lointaine de l'existence des corps de Wolff. A n'en pas douter, les blastèmes (sans attacher une importance morphologique ou histologique quelconque à ce mot) qui donnent naissance aux reins se sont alors anormalement rapprochés et fusionnés en un point de leur surface, évoluant, d'autre part du reste, absolument comme s'ils étaient restés séparés. Le fait qui prouve qu'il en est bien ainsi, c'est que, dans ces circonstances, chaque rein a conservé son in-

dividualité propre, si je puis employer cette expression, et que, d'un autre côté, le système circulatoire du rein d'un côté, communique avec celui du rein du côté opposé, car, malgré la fusion, il est possible de distinguer un rein droit et un rein gauche. Mais, je le répète, ces exemples de reins fusionnés sont fréquents, et ce n'est point d'eux dont je veux m'occuper.

Il n'en est pas de même du rein véritablement unique. Quoiqu'on en ait cité des cas indubitables (Fallope, Cabrole, Arnold, Guttmann, etc.), les exemples en sont beaucoup plus rares. C'est ce qui m'engage, et ce sera là mon excuse, à venir en ajouter un nouvel exemple.

Chez un nouveau-né que nous devons à l'obligeance de M. Lacassagne, professeur de médecine légale à la Faculté de Lyon, enfant qui avait été exhumé au bout de huit jours par ordre judiciaire, il n'y avait en réalité qu'un seul rein, le gauche.

Ce rein, lobulé, comme il est chez le fœtus, et parfois encore dans les premiers temps qui suivent la naissance, occupait sa situation normale sur le côté gauche de la colonne lombaire. Il était de volume ordinaire, coiffé de sa capsule, et recevait directement de l'aorte une artère, pas plus volumineuse qu'à l'ordinaire, et rendait à la veine cave inférieure, la veine rénale normale. Un uretère, de la forme et du volume habituels, descendait vers le bassin et croisait, comme d'ordinaire, les vaisseaux iliaques en avant desquels il passait, pour finir par s'engager dans le bassin et gagner le fond de la vessie.

A droite, pas de rein. La décomposition avancée du sujet ne m'a point permis de décider si la capsule surrénale existait de ce côté.

La preuve indubitable qu'il en était bien ainsi est sans doute fournie par l'absence du rein, que l'on n'a trouvé ni dans l'abdomen, ni dans le bassin, mais les constatations suivantes le prouvent peut-être encore mieux : 1° l'absence d'artère rénale du côté droit ; 2° la présence d'un seul et unique orifice uretérique dans la vessie.

Quel peut bien être le processus ordinaire de ces anomalies de développement ? J'estime, pour mon compte, que le rein ne se développe pas par suite d'une anomalie vasculaire : l'absence d'artère rénale explique l'absence du rein. Peut-être seraït-il possible d'aller plus loin et de dire que le rein ne se développe pas parce que le diverticulum ordinaire du canal collecteur de Wolff qui donne naissance à l'uretère est lui-même frappé d'arrêt de développement, ou plutôt parce qu'il ne se forme pas.

Il est malheureusement impossible de vérifier cette hypothèse. L'atrophie bien constatée d'un corps de Wolff pourrait cependant venir l'appuyer et lui donner une très grande dose de probabilité.

M. Ch. DEBIERRE

de Lyon.

SUR L'ANATOMIE DE L'OVIDUCTE ET SUR SON HYDROPISIE CHEZ LA FEMME COMME CAUSE DE STÉRILITÉ

— *Séance du 16 août 1886.* —

I

On sait que l'oviducte ou la trompe de Fallope occupe, chez les animaux supérieurs, l'aileron moyen et le plus élevé de ce repli du péritoine qui porte le nom de ligament large.

Partis de chacun des angles supérieurs de l'utérus, les oviductes se dirigent transversalement en dehors, vers les parois latérales du bassin, et plus particulièrement viennent se mettre en rapport avec le détroit supérieur. Leur disposition flexueuse fait que leur situation n'est pas absolument fixe. Le plus souvent, la trompe vient se placer au-dessus et en arrière de l'ovaire, se recourbe en bas vers l'extrémité externe de celui-ci, et son pavillon, regardant alors en haut et en dedans, vient se réunir à l'extrémité externe de l'ovaire par la frange tubo-ovarique.

Cette disposition réciproque du pavillon de la trompe et de l'ovaire est importante à bien retenir pour comprendre et saisir comment peut se faire l'adaptation à l'ovaire du pavillon tubaire au moment de la chute de l'œuf ovarien. Nous reviendrons plus loin sur ce phénomène mal connu encore dans son mécanisme, mais au préalable étudions la texture de l'oviducte.

II

Pour presque tous les auteurs, tous peut-être, l'oviducte a une paroi composée des couches suivantes, en allant de dehors en dedans : 1° tunique séreuse ou péritonéale (sauf au niveau du mésentère de l'oviducte) ; 2° tunique musculaire à fibres lisses, subdivisée en deux strates, l'un externe à fibres longitudinales, l'autre interne à fibres circulaires ; 3° tunique muqueuse.

Mais où les divergences commencent à s'accuser, c'est lorsqu'il s'agit d'entrer plus profondément dans la structure intime de ces tuniques, soit considérées dans leur histologie générale, soit qu'on examine leur texture en un point localisé et particulier de la trompe.

C'est ainsi qu'à n'en pas douter, on met en évidence une tunique musculaire à deux ordres de faisceaux lisses, ainsi que le disent Frey (*Précis d'histologie,* 2e éd., Paris, 1886, p. 264), Leydig (*Histologie de l'homme et des animaux,* Paris, 1866, p. 547), Kölliker (*Histologie,* 2e éd. franç. Paris, 1868, p. 722), Klein (*Nouv. Élém. d'histologie,* Paris, 1885, p. 409), Cruveilhier (*Anatomie,* 4e éd., t. II, p. 466-467), Sappey (*Anatomie,* 3e éd., t. IV, p. 740), Quain (*Anatomy,* 9e éd., t. II, p. 714) et autres, mais lorsqu'il s'agit de déterminer exactement la disposition respective de ces deux ordres de fibres, on s'entend déjà moins. Oui, la couche externe est bien à fibres longitudinales, alors que la couche interne est surtout à fibres circulaires, mais cependant, outre que cette disposition n'est pas aussi régulière que le disent les auteurs précédents, comme le remarque de Sinéty au reste (*Gynécologie,* Paris, 1879, p. 640), il faut encore faire une autre distinction : en effet, alors que dans la partie de la trompe de la chienne qui avoisine la corne utérine, les faisceaux circulaires sont très volumineux et abondants, dans une portion plus voisine de l'ovaire, ces faisceaux ont beaucoup perdu de leur régularité, et dans les oviductes de brebis et de vache, de même que dans ceux de lapine et de cobaye au voisinage de l'ovaire, on ne peut distinguer deux couches de fibres musculaires bien nettes — ce qui domine, ce sont les fibres longitudinales. — Partout ailleurs les fibres longitudinales et transverses sont entremêlées. Dans les franges du pavillon de la trompe de la femme, on ne rencontre même plus que des fibres longitudinales, accusées surtout dans la grande frange tubo-ovarique, particularité importante au point de vue fonctionnel.

Mais si les anatomistes diffèrent entre eux quant à la texture intime de la tunique musculaire de l'oviducte, cette divergence devient beaucoup plus grande lorsqu'on envisage la muqueuse du même conduit.

Tout le monde admet (Frey, Leydig, Kölliker, Quain, Klein, Pouchet et Tourneux, etc.) que la muqueuse est tapissée d'un épithélium cylindrique à cils vibratiles, qu'elle forme de nombreux plis (fig. 1), mais point de glandes.

Cependant Meckel admet des glandes dans l'oviducte de la poule; Leydig les admet chez les sélaciens, la salamandre terrestre, le triton, la grenouille, le crapaud, alors qu'il les récuse chez le protée et les conteste chez le canari et l'*Ardea cinerea* et chez les mammifères; Bowmann et Henning les acceptent chez la femme (Henning, *Der Catarrh der inneren weiblichen Geschlechtstheile,* Leipzig, 1862).

Alors que Valentin, Frey, Kölliker, Leydig, Klein, Quain, Pouchet et Tourneux, etc., admettent dans la trompe de Fallope un épithélium

cilié (Pouchet et Tourneux, *Histologie*, p. 762), Frömmel (de Munich) le récuse encore dans un travail récent (*Premier Congrès allemand de Gynécologie,* Munich, 20 juin 1886), et nous devons nous-même à la vérité de dire qu'il nous a été impossible de découvrir

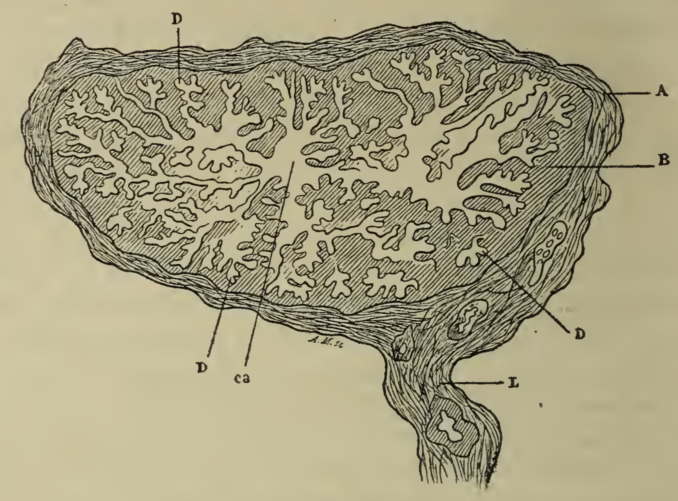


Fig. 1.

manifestement des cils aux épithéliums cylindriques des cornes utérines et de l'oviducte du cobaye, de la chienne, de la vache, etc., aux grossissements variables de 400 à 800 diamètres. Nous ne disons pas : il n'y en a pas, nous disons : nous n'avons pu les voir. Nos recherches ont cependant porté sur des oviductes de cobaye, de lapine, de chienne, de brebis, de chèvre, de vache qui venaient d'être sacrifiées, partant sur des épithéliums frais, à l'état de vie encore.

Ce que l'on voit, c'est une sorte de plateau dont est garnie chaque cellule épithéliale, à certains endroits des plis involutionnels, plateau vaguement strié, qu'on pourrait prendre à la rigueur pour les cils coagulés par les réactifs et réunis en un bloc. Cet aspect est des plus évidents sur l'épithélium de l'oviducte de vache que nous représentons figure 2.

Fig. 2.

Nous devons dire, en outre, que les boules de mucine contenues dans la trompe et ses diverticules feuilletés, aident beaucoup à la confusion. Le noyau de la cellule, reporté très près de son sommet, semble pourtant indiquer que ce plateau est en réalité constitué par des cils coagulés et réunis en un seul faisceau. L'existence de ceux-ci a, en effet, été admise par M. le professeur J. Renaut, si expert

en ces matières, sur une préparation de ce genre que nous avons soumise à son examen. Examiné à l'état frais et dissocié dans le picrocarmin, ledit épithélium ne nous a point cependant encore laissé voir ses cils. Comme MM. Pouchet et Tourneux, nous avons trouvé que l'épithélium cylindrique (mais nous ne disons pas cilié comme ces auteurs) de l'oviducte passait peu à peu à l'état d'épithélium pavimenteux au niveau de l'ouverture abdominale de la trompe pour se continuer avec l'épithélium péritonéal.

Quant aux glandes, il n'y en a réellement pas chez les mammifères (femme, vache, brebis, chèvre, chienne, lapine, cobaye). Ce que l'on voit sur une coupe transversale de l'oviducte, c'est un nombre infini de digitations de l'épithélium, qui, de la lumière de la trompe, s'enfoncent dans l'épaisseur de la muqueuse, en se bifurquant, se trifurquant, et parfois même s'épanouissent en un bouquet d'alvéoles (fig. 3). A vrai dire, il y a grande ressemblance, au point de vue de l'anatomie générale, entre un pli de la muqueuse et une glande en tube, puisque celle-ci n'est, à tout prendre, qu'une dépression en doigt de gant de cette même muqueuse, mais ce qui prouve que ce sont là des plis et non des glandes, c'est que lorsqu'on fait une coupe de la trompe préalablement fendue et étalée, on voit l'épithélium *onduler* à l'intérieur de la tunique musculaire en s'adossant presque un grand nombre de fois à lui-même, de façon à former une série alternative de vallons et de collines sans changer de caractère. Je sais bien qu'on pourrait me dire qu'il en est de même dans les glandes intestinales, dites de Lieberkühn, mais dans la trompe, si le chorion de la muqueuse composé de tissu conjonctif jeune avec nombreux noyaux ovoïdes fortement colorés par le picrocarmin et substance intercellulaire presque amorphe, pénètre profondément entre les culs-de-sac épithéliaux, ce chorion existe cependant encore au fond desdits culs-de-sac plus ou moins alvéolaires (fig. 3).

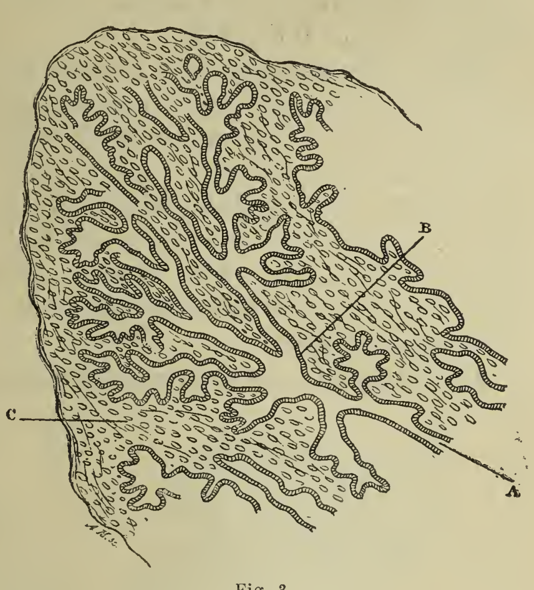


Fig. 3.

Il est cependant juste de dire que ces plis feuilletés, souvent terminés à la périphérie par des plis secondaires à forme alvéolaire simulant de véritables culs-de-sac glandulaires ne sont pas à confondre avec les plis des muqueuses, tels, par exemple, que ceux qui forment les valvules conniventes.

La muqueuse forme bien des plis, mais on ne saurait la *déplisser*. Elle ondule et paraît beaucoup plus large que la tunique musculaire à la face interne de laquelle elle est appliquée et solidement unie, mais ces plis sont constitués par de véritables saillies lamelleuses dues à un épaississement de la muqueuse, ainsi que l'ont du reste bien dit Henle et Ch. Robin (Robin, art. **Muqueux** du *Dict. encyclop. des Sc. méd.*, 2e série, t. X, p. 417 et 425).

Ajoutons que ces plis sont à peine commencés sur le fœtus humain de 6 mois ; qu'ils sont réduits à quatre ou cinq dans l'oviducte du cobaye avec deux ou trois culs-de-sac ampulliformes, ou plis secondaires au fond de chacun des plis primaires ; que, contrairement à l'opinion de Frey (*Histologie et Histochimie,* 2e éd., Paris, 1877, p. 628), les plis sont aussi nombreux dans l'isthme de Barkow que dans l'ampoule de Henle ; qu'enfin, ainsi que le dit Robin (*loc. cit.,* p. 426), il n'y a pas dans la muqueuse de fibres musculaires lisses qui méritent le nom de *muscularis mucosæ.*

J'ajoute que chez les animaux qui ont des cornes utérines, les véri-

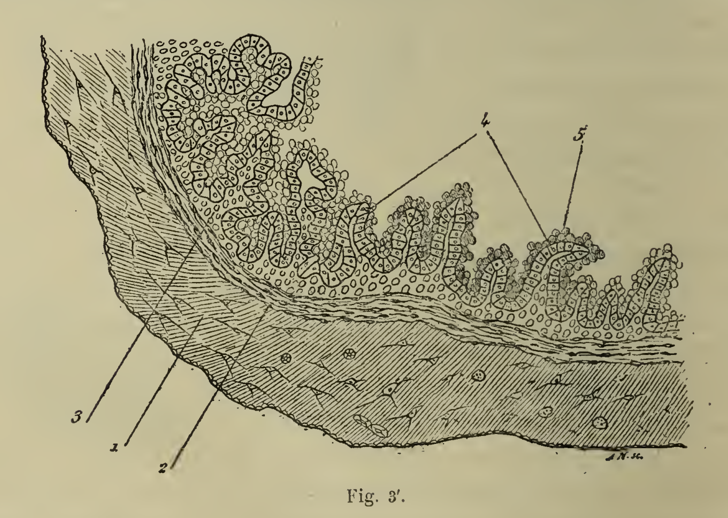


Fig. 3'.

tables glandes de ces cornes situées dans et sous le chorion muqueux, cessent peu à peu pour finir définitivement à l'union de la corne utérine et de l'oviducte.

Enfin, j'ai trouvé des lacunes conjonctives (lymphatiques) surtout

abondantes dans les tissus sous-muqueux et sous-séreux, ce qui rapproche la texture de l'oviducte, à ce point de vue, de celle de l'utérus, puisque Leopold (de Leipzig) a signalé dans la matrice, comme on le sait, des capillaires lymphatiques dans son tissu sous-séreux.

En somme, l'oviducte est formé de trois tuniques : 1° une externe ou péritonéale ; 2° une moyenne ou musculaire à fibres lisses longitudinales et circulaires entremêlées, et non pas composée de deux couches nettement délimitées ; 3° une interne ou muqueuse tapissée d'un épithélium cylindrique ou prismatique à une seule couche (voyez fig. 3′).

Cette dernière forme de nombreux plis qui lui donnent un aspect aréolaire ; elle n'a point de glandes. Le mucus abondant que contient l'oviducte, surtout en dehors de l'âge *actif* de l'ovaire, est, en grande partie, le produit de la fonte épithéliale.

III

La structure de la trompe de Fallope nous donne la clef de son activité fonctionnelle. Elle est contractile, en effet, ainsi qu'on l'a pu voir sur l'animal vivant (Beigel, Colin, etc.). Animée de mouvements vermiculaires, elle porte l'œuf, de l'ovaire où elle va le chercher, jusque dans l'utérus où il se développe, absolument comme l'intestin transporte et fait cheminer le bol alimentaire. La structure des franges de son pavillon nous explique également que celui-ci puisse venir s'adapter à l'ovaire, comme le fait, pour ainsi dire, l'œuf que l'on place dans son coquetier.

En effet, ces franges sont très vasculaires, elles subissent donc le phénomène sympathique de l'érection qui envahit périodiquement tout le système génital et sur lequel a tant insisté avec raison le professeur Rouget ; elles contiennent des fibres musculaires lisses longitudinales, elles éprouvent donc fatalement les mouvements vermiculaires de l'oviducte lui-même. La frange ovario-tubaire réunie à l'ovaire *fixé*, attire fatalement le pavillon *mobile* de la trompe vers l'ovaire. — En érection et en contraction, les franges du pavillon ne peuvent faire autrement que de venir ramper, qu'on nous pardonne cette expression, à la surface de l'ovaire, et finalement cette glande est étroitement embrassée par le pavillon tubaire : le pavillon est dès lors tout prêt pour recevoir l'ovule.

La chute de celui-ci est bien le fait de la congestion ovarique, mais son énucléation, si on me permet ce mot, est considérablement aidée par une force qu'on a, si je ne m'abuse, complètement passée jusqu'ici sous silence. Cette force est de nature musculaire. En effet, il y a autour de l'ovisac mûr, un cercle délicat de fibres cellules, abondantes

surtout à la face profonde de la vésicule de Graaf, qui joue, à n'en pas douter, un rôle considérable dans la chute de l'œuf. — Cette mince et fine tunique musculaire du follicule graffien se voit très bien sur une préparation d'ovaire de lapine que nous possédons.

L'œuf ovarien tombe donc, énucléé par deux forces qui s'aident et se complètent : chassé de l'ovaire par une érection ou congestion vaso-motrice réflexe, poussé par un acte musculaire.

IV

Les ligaments larges sont très souvent frappés par la maladie chez la femme. De ce nombre est une affection fréquente sur laquelle les gynécologistes n'ont pas suffisamment insisté. Je veux parler de la *trompe kystique,* autrement dit de l'*hydropisie des trompes de Fallope.*

Sans doute l'oviducte kystique a été vu et signalé, et en y insistant nous ne prétendons pas décrire une nouveauté. Un cas de ce genre est en effet figuré dans l'*Atlas des maladies de l'utérus,* de Mme Boivin et Dugès (pl. 25, fig. 2), et A. Richard en a réuni 11 cas en 1857; mais à lire les auteurs on ne croirait certainement pas cette affection si fréquente et si grave dans ses conséquences. Si de Sinéty signale la salpingite comme une cause fréquente de l'hydropisie des trompes et de stérilité consécutive (*Gynécologie,* p. 737, Paris, 1879), Courty n'indique même pas cette particularité lorsqu'il étudie la stérilité par suite de *maladies des trompes* (*Maladies de l'utérus*, p. 1352, 3e éd. Paris, 1881).

C'est ce défaut d'insistance sur une affection commune et grave dans ses conséquences, je le répète, qui m'a engagé à venir en dire deux mots.

Si je m'en rapporte à mes observations personnelles, l'hydropisie de l'oviducte est très fréquente chez la femme adulte, surtout chez celles qui ont eu au moins une couche. En effet, cet hiver, alors que je faisais mon cours à la Faculté de Lyon, sur l'utérus et ses annexes, je voulus réunir un certain nombre d'utérus normaux. J'ouvris dans ce but une dizaine de femmes adultes, de 20 à 50 ans. Or, chez six de ces femmes, dont quelques-unes sortaient, il est vrai, de la Charité, et étaient vraisemblablement mortes d'affections puerpérales, je trouvai, soit d'un côté, soit des deux côtés, une hydropisie des trompes. Je reproduis l'un de ces cas compliqué de kyste ovarique (fig. 4).

On pourra me dire que c'est là une *série malheureuse.* Peut-être. Mais il ne s'ensuit pas moins que cette affection est fréquente, car sinon, on m'accordera bien que je n'aurais pas eu la main si malheureuse en l'espace d'une semaine.

Quelle est la cause de cette affection ? Quelles sont ses conséquences ? Quel remède peut-on y apporter ?

La *salpingite* est une cause assez fréquente de stérilité. On l'observe le plus souvent chez les prostituées, qui, comme on le sait, sont très fréquemment stériles. Ces femmes cessent-elles de s'adonner à la dé-

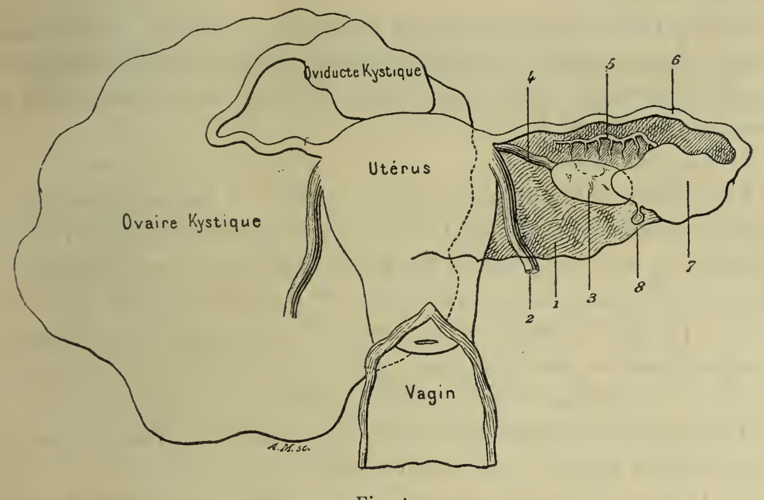


Fig. 4.

bauche et aux excès, la salpingite se guérit, et dans ces conditions on les voit devenir mères. Cette salpingite peut conduire à la trompe kystique.

La *pelvi-péritonite* est certainement l'origine ordinaire de l'hydropisie de l'oviducte. Sous son influence se développent des adhérences, des brides fibreuses prennent naissance qui enserrent la trompe et en effacent la lumière, les parois de la muqueuse adhèrent d'une part en un point de l'étendue de la trompe, les franges du pavillon se réunissent de l'autre, du liquide s'amasse dans la cavité tubaire entre les deux rétrécissements ou obturations : l'oblitération de la trompe et l'oviducte kystique sont réalisés, l'oblitération sans kyste pouvant d'ailleurs exister seule.

Richard admet qu'une fois sur dix les kystes de l'ovaire s'abouchent dans la trompe, et que la trompe kystique communique toujours avec le kyste de l'ovaire. Le liquide peut même s'écouler par le vagin, et Richard en cite deux exemples, empruntés l'un à P. Dubois, l'autre à Debout (*Acad. de Méd.*, 1857). Mais cette disposition, si elle existe, est loin d'être aussi générale que le pensait A. Richard.

Cette affection localisée à une trompe ne cause pas forcément la stérilité, mais seule, elle peut donner lieu à une grossesse extra-utérine ou abdominale. En effet, les spermatozoïdes peuvent passer par une trompe et aller féconder l'ovule de l'ovaire du côté opposé, de ce côté

précisément où l'oviducte est oblitéré. C'est donc déjà là un grave inconvénient de la trompe kystique, puisque cette affection peut nécessiter ultérieurement une opération analogue à celle de l'ovariotomie et plus grave qu'elle.

Si l'hydropisie des trompes est bilatérale, la stérilité est absolument forcée. La conséquence sociale (et même individuelle) de cette nouvelle condition peut être non moins grave. Il serait donc heureux d'y pouvoir apporter remède.

Le pouvons-nous ?

Sans doute, on pourrait peut-être arriver à diagnostiquer l'hydropisie des trompes, et même la guérir à l'aide d'une ponction vaginale aspiratrice, ou de l'ablation du kyste, soit par la voie vaginale, soit même par la voie abdominale, mais ce qu'on n'arrivera pas à faire, c'est à rétablir la fonction de l'oviducte. La stérilité forcée reste si la trompe kystique existe des deux côtés avec ses fâcheuses conséquences sociales ; l'imminence d'une grossesse abdominale persiste dans le cas où l'hydropisie de l'oviducte n'existe que d'un côté. Nous devons donc moins tendre à guérir cette affection qu'à la prévenir.

Or, le kyste des trompes étant le plus souvent consécutif à la pelvi-péritonite puerpérale, nous pouvons avoir sur lui une incontestable influence, en empêchant le développement de la pelvi-péritonite, *ce que nous pouvons faire*. C'est dire, et je ne veux pas insister davantage ici sur ce sujet, toute l'importance des méthodes antiseptiques en gynécologie (injections vaginales, désinfection des mains et des objets à pansement, etc.), méthodes qu'on devrait mettre constamment en œuvre, *même dans les accouchements les plus normaux,* aussi bien en ville que dans les hôpitaux.

Comme d'autre part, la salpingite est une cause considérable de stérilité et que cette affection reconnaît souvent pour cause la blennorrhagie (Næggerath, *Die latente Gonorrhœ im weiblichen Geschlecht*. Bonn, 1878), il s'ensuit que l'on ne saurait apporter trop de soin à guérir la blennorrhagie chez la femme.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. — Oviducte de vache vu en coupe transversale et au grossissement de 18 diamètres.
Ca, cavité de l'oviducte d'où partent une infinité de diverticulums épithéliaux (D) ;
B, chorion de la muqueuse ;
A, membrane fibro-musculaire de l'oviducte ;
L, ligament large.

Fig. 2. — Épithelium (cilié ?) qui tapisse l'oviducte, vu à un grossissement de 330 diamètres.
1. Chorion muqueux ;
2. Cellules epithéliales cylindro-coniques ;
3. Boules de mucus.

Fig. 3. — L'un des culs-de-sac épithéliaux de l'oviducte précédent, vu au grossissement de 60 diamètres.

A, embouchure d'un cul-de-sac multidigité dans la lumière de la trompe de Fallope;
B, épithélium cylindrique;
C, Chorion de la muqueuse contenant en abondance des noyaux du tissu conjonctif.

Fig. 3'. — Oviducte de vache fendu et étalé. Vu au grossissement de 60 diamètres.
1. Tunique séreuse;
2. Tunique musculaire;
3. Chorion de la muqueuse;
4. Épithélium cylindrique qui tapisse cette dernière;
5. Boules de mucine appliquées sur la surface libre de l'épithélium.

Ces boules nuisent considerablement pour l'examen. Ce sont elles qui empêchent d'affirmer ou d'infirmer nettement l'existence des cils vibratiles dans l'épithélium de la trompe.

Fig. 4. — Trompes kystiques chez une femme adulte, atteinte en outre d'un kyste de l'ovaire du côté droit.
1. Ligament large contenant :
2. Le ligament rond;
3. L'ovaire (sain de ce côté);
4. Le ligament utéro-ovarique;
5. Le corps de Rosenmüller;
6. L'oviducte avec son pavillon kystique. 7 appliqué sur l'ovaire;
8. Hydatide de Morgagni.

M. A. PILLIET

Préparateur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris.

L'UNITÉ DU PROCESSUS D'OSSIFICATION

— Séance du 16 août 1886. —

Les différentes ossifications, dans les os libres, périostés ou précédés d'un cartilage, peuvent être au fond ramenées à un seul type, le type de l'ossification médullaire. Mais il faut élargir pour cela le sens du mot « moelle osseuse » et le comprendre ainsi : des éléments du tissu conjonctif, plus ou moins différenciés, irrigués par des vaisseaux abondants, et pris dans un point quelconque du corps où, par suite du plan général d'organisation de l'individu, c'est-à-dire du rapport de l'individu à ses ancêtres, il devra se développer de l'os.

Sur les plaques osseuses de tortues jeunes, on peut voir des points d'ossification isolés ainsi constitués : au centre, un capillaire; autour, des cellules étoilées; puis un anneau osseux, tapissé de cellules appliquées contre lui, qui ont, au lieu de la forme étoilée, la forme cubique. Au dehors, le tissu fibreux du derme, qui n'entre pour rien dans la formation de l'os. C'est un exemple d'ossification libre, aux dépens de la moelle, telle que nous venons d'en formuler les conditions. Sur des tortues plus âgées, sur des tatous, il existe une plaque osseuse formée de la réunion de plusieurs points semblables, mais on peut facilement retrouver chaque îlot, comme sur un foie, par exemple, on retrouve les lobules.

L'os vivant comprend donc trois choses : un capillaire central, des cellules conjonctives autour, puis l'os limité au dehors par une zone ostéoïde plus ou moins étendue. Si le tissu osseux s'accroît chez l'animal adulte, et que la cavité centrale soit à peu près réduite au capillaire, nous aurons l'os compact, et chacune des unités physiologiques de l'os deviendra un système de Havers. Si au contraire plusieurs de ces cavités s'accroissent et se fusionnent par suite de la résorption modelante, on aura l'os aréolaire ou spongieux et les grandes cavités centrales des os. Il est facile de suivre toutes ces transformations, que nous indiquons seulement.

C'est donc dans l'ossification libre qu'est le type d'ossification. L'ossification périostée n'en est qu'une modification. L'os périostique commence toujours par la formation libre ; l'apparition du périoste marque le ralentissement de la production osseuse à la périphérie de l'os, et constitue une barrière à ses progrès.

Pour le cartilage, il en est de même. C'est la moelle qui, avec ses vaisseaux si abondants, érode le cartilage, détruit ses chondroplastes et édifie l'os, qu'elle détruit ensuite, le remaniant sans cesse, comme l'indique J. Renaut dans un récent mémoire, et comme l'avaient déjà dit Pouchet et Tourneux.

Les éléments cellulaires de la moelle prennent, dans ces actions, diverses formes qui ne sont nullement spécifiques ; cellules épithélioïdes ou ostéoblastes, cellules géantes ou myéloplaxes, se retrouvent dans le tissu conjonctif, en dehors de toute formation osseuse, tant à l'état normal qu'à l'état pathologique. Pour les cellules fusiformes ou étoilées, adipeuses, etc., l'identité est complète entre les éléments médullaires et ceux des tissus mésodermiques les plus répandus.

Les éléments chargés d'hémoglobine (de Neumann, de Bizzozero), nous paraissent aussi susceptibles d'être interprétés autrement que ne l'ont fait ces auteurs. En effet, ce n'est pas toujours par l'hémoglobine du globule rouge que se fait directement l'oxydation. Dans la fibre striée, par exemple, l'hémoglobine est fixée au muscle, où elle forme une réserve toujours prête et dont l'hémoglobine du sang ne fait que réparer les pertes. Il en est de même dans les couches profondes du corps de Malpighi, dans les grandes cellules motrices du cerveau et de la moelle, où l'imprégnation d'hémoglobine est faible, mais laisse des traces irrécusables sous forme de pigment sanguin chez les éléments vieillis. Les cellules interstitielles de l'ovaire se chargent aussi d'hémoglobine au moment de la résorption du follicule de Graaf, d'où la couleur des corps jaunes.

Il suit de là que l'hémoglobine peut se fixer, du globule rouge, sur un élément épithélial ou mésodermique, dans un point où l'activité des

échanges chimiques est très marquée. C'est précisément le cas pour la moelle rouge des fœtus et les jeunes animaux, où l'on trouve les cellules à hémoglobine.

Pour revenir à l'ossification médullaire telle que nous la comprenons, elle permet de comprendre les résultats obtenus par les expérimentateurs qui ont obtenu des productions osseuses en greffant le périoste (Ollier), la moelle (Goujon) ou simplement en faisant dans un os compact une perte de substance qui se comblait (Feltz).

MM. A. PILLIET et M. TALAT

A Paris.

SUR LES COLORATIONS DES TISSUS VIVANTS PAR LES COULEURS D'ANILINE

— Séance du 16 août 1886. —

N'ayant à parler que des *couleurs d'aniline,* nous ne nous occuperons pas de l'historique de la question, avant les recherches de A. Certes sur les infusoires et les mollusques, avec le bleu C 2 B, et de Ehrlich sur les vertébrés avec le bleu méthylène. Ce sujet a servi à l'un de nous, M. Talat, pour sa thèse de doctorat en médecine, passée au mois d'août 1886 ; nous y renvoyons le lecteur pour tout le détail des expériences où nous ne pouvons entrer dans cette note. Nous avons employé les liquides colorés pour les animaux comme les écrevisses, les têtards, etc. ; les aliments colorés et les injections soit interstitielles, soit intrapéritonéales, d'après la méthode de MM. Remy et Dubar, pour les rats, cobayes, lapins. Les pièces étaient montées dans le liquide de Farrant où elles se décolorent assez vite. La coloration des tissus d'un animal donné peut être obtenue en quelques jours. Nous avons obtenu des colorations portant sur le système nerveux, comme l'a fait récemment Ehrlich, et sur différents autres organes, et cela non seulement avec le bleu de méthylène, mais avec la fuchsine, qui a une élection presque aussi intense, mais un peu différente, étant une couleur acide. Le vert de méthyle, la vésuvine, la chrysoïdine, les violets B et 5 B, tuaient rapidement les animaux ; mais on pouvait déjà constater des traces manifestes de coloration ; c'était évidemment la nature toxique du produit employé qui empêchait la coloration, en interdisant de poursuivre l'expérience.

Dans le *système nerveux* nous avons vu avec le bleu de méthyle la coloration bleue des cylindres-axes et des cellules ganglionnaires, en particulier dans le voile du palais de la grenouille. On peut y suivre les nerfs jusqu'au contact des glandes muqueuses. Les terminaisons motrices nous ont paru, comme à Ehrlich, infiniment plus difficiles à suivre.

Pour l'*œil,* les cellules fixes de la cornée ont été imprégnées par le bleu, le cristallin par le rouge (fuchsine) chez la grenouille. Les cellules de la pituitaire ont été teintées.

Les *capillaires sanguins* et surtout les *globules rouges* ont fixé chacune des colorations. Les noyaux de l'endothélium les *lymphatiques* de même.

Dans le *poumon* et les *branchies,* le système circulatoire, et, quand l'imprégnation avait été poussée assez loin, l'endothélium a été coloré.

Les *glandes* de la langue chez la grenouille; celles de l'intestin grêle ont été colorées en bleu d'une manière diffuse ; celles du gros intestin en rouge très marqué, chez les cobayes et rats. Le *foie* a toujours été coloré chez les animaux soumis soit à l'alimentation, soit à l'injection intrapéritonéale.

Les résultats obtenus pour le *rein* ont été particulièrement importants. Les glomérules étaient colorés en *rouge* par le bleu, en rouge également par la fuchsine. Les *os* ont été colorés un peu par la fuchsine, jamais par le bleu de méthyle. Le cartilage se colore faiblement par les deux réactifs.

Tous les *muscles* striés, chargés d'hémoglobine musculaire, ont été colorés, comme les globules rouges, par les deux réactifs. Dans la *peau* des têtards, des grenouilles et des sangsues, les chromoblastes et les cellules fixes du tissu conjonctif étaient colorées.

En *résumé :* le déterminisme de l'action des couleurs d'aniline sur les tissus vivants n'est pas encore fait ; tantôt ce sont les épithéliums, tantôt les nerfs qui se colorent. Il y a presque la même irrégularité dans les résultats qu'avec l'emploi du chlorure d'or. L'élection a deux degrés, qui varient suivant l'état d'imprégnation de l'animal : ou tout le cytoplasma offre une teinte verdâtre ou bleue diffuse, ou bien il y a élection nette, sur les noyaux principalement.

Ces colorations presque physiologiques des tissus nous paraissent appelées à prendre une grande importance dans la technique histologique, quand elles auront été un peu plus étudiées.

MM. A. PILLIET et R. BOULART

A Paris.

SUR QUELQUES ESTOMACS COMPOSÉS (HIPPOPOTAMES, KANGUROO, AI)

— Séance du 16 août 1886. —

1° *Hippopotame.* — Chez le porc, l'estomac, simple en apparence, est composé de deux portions, au point de vue histologique; une portion inférieure, qui est l'estomac vrai; une supérieure, dépourvue de glandes en tube, analogue à une panse, et qui est le prolongement de l'œsophage. Si l'on suppose une ligne de démarcation, un étranglement entre ces deux portions, la supérieure représentera une véritable panse. C'est le cas chez le Babiroussa, le Pécari. L'estomac de l'hippopotame est plus compliqué, et il a fallu faire de nombreuses coupes de ses différentes poches pour préciser, à l'aide de l'histologie, le rôle de chacune d'elles. La portion supérieure de l'estomac, la panse, forme ici non pas une cavité, mais trois distinctes, qui présentent l'essai rudimentaire, l'ébauche de la panse du bonnet et du feuillet des ruminants vrais, sans pourtant arriver à être entièrement semblables. La quatrième poche est l'estomac vrai, avec ses glandes en tube.

2° *Kanguroo.* — Le point le plus intéressant de l'estomac du kanguroo, c'est que, dans une panse très vaste, il existe toute une région, la région inférieure, qui présente des glandes en tube, petites, à cellules claires. Ce fait ne se rencontre guère que chez le chameau et le lama, dans la portion gaufrée de l'estomac de ces animaux; de plus, les glandes de l'estomac vrai, au lieu d'être composées, dans la région pepsinifère, de deux sortes de cellules, cellules principales et cellules bordantes, comme c'est le cas pour les mammifères, n'en présentent que d'une seule sorte, comme les glandes gastriques des oiseaux, des batraciens, des reptiles et des poissons, car il y a des transitions entre celles du fond et celles de la surface des tubes.

3° Le *Paresseux Ai* présente une disposition inverse; chez lui, ce ne sont pas les glandes en tube qui envahissent la panse, c'est, au contraire, la muqueuse dermo-papillaire, à épithélium pavimenteux stratifié, qui descend jusqu'au pylore, envahissant la caillette, où elle circonscrit une région ovalaire, isolée, comme un îlot, sur une surface très restreinte, et qui, seule, de toutes les poches stomacales, contient les glandes en tube. Les autres poches de l'Ai sont très assimilables aux poches de l'estomac des ruminants.

Cette étude a été faite avec les matériaux si riches du laboratoire d'anatomie comparée, mis obligeamment à notre disposition par M. le professeur Pouchet. Du reste, les indications que nous donnons ici seront développées et justifiées dans un mémoire prochain du *Journal de l'anatomie.*

Elles nous permettent de penser que les estomacs composés doivent être scindés en plusieurs groupes distincts : le groupe des ruminants vrais, celui des porcins qui s'y rattache par l'hippopotame, celui des Paresseux qui en est, en quelque sorte, une exagération ; celui des chameaux, lamas, kanguroos, qui reste encore à part; et à préciser enfin celui des cétacés, où la complexité des poches est due, comme nous l'avons dit dans un précédent travail sur l'estomac du dauphin (*Journal de l'anatomie,* 1886), à la multiplication des poches de la caillette, la panse et les muqueuses dermo-papillaires n'y jouant qu'un rôle accessoire.

M. DARESTE

A Paris.

DÉTERMINATION DES CONDITIONS PHYSIOLOGIQUES ET PHYSIQUES DE L'ÉVOLUTION NORMALE DE L'EMBRYON DE LA POULE

— *Séance du 16 août 1886.* —

Les éléments de mes études sur la tératogénie m'ont été fournis par plusieurs milliers d'embryons que j'ai rendus monstrueux, en modifiant leur évolution, dans l'incubation artificielle, par des procédés qui avaient pour but de changer les conditions de l'évolution normale, ou de faire intervenir des conditions qui n'existent point dans les circonstances ordinaires.

Pendant longtemps, je n'ai pu me rendre compte scientifiquement des procédés que je mettais en œuvre.

L'imperfection de mes appareils d'incubation et leur fonctionnement irrégulier s'y opposaient absolument. Aussi mes recherches expérimentales sur les causes qui produisent les monstruosités ne me donnaient que de simples indications, très utiles sans doute, puisque je pouvais, à leur aide, me procurer facilement les matériaux de mes études, mais absolument insuffisantes pour me permettre de déterminer exactement les conditions de l'évolution normale et de l'évolution anormale.

La création du laboratoire de tératologie à l'école des hautes études, et l'invention des régulateurs de température, m'ont permis d'installer des appareils à l'aide desquels je pouvais déterminer, avec la précision la plus grande, les conditions physiques de l'incubation artificielle. Le premier régulateur dont je me suis servi est celui de M. Schlœsing. J'ai également employé ceux de MM. Raulin et d'Arsonval. Tous ces appareils m'ont donné d'excellents résultats.

Cet outillage perfectionné m'a permis de reprendre mon travail. J'ai cherché d'abord à déterminer les conditions physiques de l'évolution normale dans l'incubation artificielle, car c'était nécessairement le point de départ de la détermination des conditions de l'évolution anormale, en remettant à une époque ultérieure l'étude des conditions nouvelles qui produisent des monstres, en dehors des circonstances ordinaires. Mais j'étais en présence d'un problème extrêmement complexe, car il contient un nombre indéterminé d'inconnues. D'ailleurs les expériences sont très longues, puisque l'évolution du poulet dure vingt et un jours. En outre, il n'est pas possible de les continuer pendant toute l'année. Elles sont souvent impossibles dans les saisons froides, car le nombre des œufs fécondés est alors très restreint ; et aussi dans les saisons chaudes, car le germe commence à se développer, puis se désorganise et meurt, quand la température de l'air atteint un certain degré. Je n'ai donc pu, malgré un travail incessant, terminer l'œuvre que j'avais entreprise. Mais j'ai déjà recueilli un très grand nombre de faits ; et, si je n'ai pas encore atteint le but, je m'en suis cependant considérablement rapproché.

Dès le début de mes recherches, j'ai rencontré des faits absolument inattendus. Je cherchais à reproduire, dans l'incubation artificielle, les conditions physiques de l'incubation naturelle. Or, les œufs que je plaçais dans un même appareil, et qui, pendant toute la durée de l'incubation, subissaient l'influence du même milieu, me donnaient des résultats tout à fait différents. A côté d'embryons normaux, je rencontrais, en plus ou moins grand nombre, des embryons anormaux et monstrueux. J'avais beau varier mes expériences, je retrouvais presque toujours cette coexistence.

Il n'y avait qu'un moyen d'expliquer le fait ; c'était d'admettre que lorsque je rencontrais l'évolution anormale, le germe était déjà modifié antérieurement à la mise en incubation.

Mais quelle pouvait être la cause de ces modifications ? Évidemment certains états du germe remontent à son origine même, car, dès le moment de sa formation, il possède déjà un ensemble de propriétés caractéristiques qui constituent son individualité, et qui déterminent,

dans une certaine mesure, le mode de son évolution. Cela dépend évidemment de la manière dont l'élément mâle et l'élément femelle de la génération se combinent dans l'acte de la fécondation. Il y a là une constitution initiale du germe qui se manifeste dans les anomalies héréditaires, dans la gémellité et la monstruosité double, dans le sexe, etc.

Dans l'état actuel de la science, nous ne pouvons que constater ces faits sur lesquels nous n'avons aucune prise. Mais le germe peut être modifié pendant la période qui sépare la ponte de la mise en incubation. J'ai constaté trois causes de modifications se rattachant à cette période.

Il y a d'abord l'âge des œufs. Le germe de l'œuf pondu, et qui n'est point soumis à l'incubation, périt un certain temps après la ponte. Mais avant de mourir, sa vitalité s'affaiblit peu à peu. Et alors, il y a une époque où il ne produit qu'un embryon monstrueux, puis une autre époque où il ne produit qu'un blastoderme sans embryon.

Cet affaiblissement progressif de la vitalité du germe arrive plus ou moins promptement suivant diverses circonstances. D'abord il varie avec les œufs; les uns vieillissent plus rapidement que les autres. En outre l'élévation de la température accélère cette altération du germe. Dans une expérience faite au mois de juillet, les œufs que j'avais mis en incubation neuf jours après la ponte m'ont tous donné des monstres. Répétant mes expériences au mois d'octobre et de novembre, j'ai obtenu des poulets bien conformés d'œufs mis en incubation quinze à vingt jours après la ponte. Tout récemment j'ai profité de la température exceptionnellement chaude du mois de juillet pour refaire cette expérience, et j'ai constaté des embryons monstrueux dans des œufs mis en incubation cinq jours seulement après la ponte. L'affaiblissement de la vitalité s'était donc produit avec une extrême rapidité.

Une seconde cause de modification du germe consiste dans les secousses imprimées aux œufs.

C'est une croyance assez générale parmi les personnes qui s'occupent de l'élève des poules, que les cahots des voitures, et les trépidations des chemins de fer, exercent une influence nuisible sur les œufs. Et cependant l'expérience de tous les jours prouve que l'on peut obtenir des poulets bien conformés d'œufs ainsi transportés. Je me suis assuré depuis longtemps par la constatation des faits, que l'opinion qui considère comme nuisibles les secousses imprimées aux œufs par le transport est fondée; qu'il y a des cas où les œufs, ainsi secoués avant la mise en incubation, se développent mal; enfin que cette modification du germe peut disparaître par le repos. On conçoit du reste que ces

secousses se produisant dans une infinité de conditions différentes, leurs effets doivent être infiniment variés.

Voulant m'éclairer à ce sujet, j'ai soumis la question à l'expérience. Je me suis servi, dans ce but, d'une machine, la *tapoteuse* ou *table à secousses,* qui sert, dans les fabriques de chocolat, à faire pénétrer la pâte dans les moules. La machine dont je me suis servi donne 1,620 coups par minute et déplace l'objet de 15 millimètres environ. J'ai soumis à son action une caisse contenant des œufs, pendant un temps déterminé ; et j'ai constaté que les œufs, ainsi secoués, m'ont presque tous donné des monstres lorsque je les ai soumis à l'incubation.

Toutefois ces expériences me laissaient un doute. Pourquoi certains germes résistaient-ils à l'action des secousses ? Évidemment cela tenait en partie à l'individualité du germe. Mais il pouvait se faire également que les secousses produisissent des effets différents, suivant la manière dont elles agiraient sur les œufs. Dans mes premières expériences je n'avais pris aucune précaution pour maintenir les œufs dans une position invariable ; de telle sorte que, verticaux au début de l'expérience, ils étaient devenus horizontaux à la fin. De plus, je n'avais pas noté la position des pôles de l'œuf. J'ai donc recommencé l'expérience en plaçant les œufs de telle façon que leur position ne pouvait être changée. Les uns étaient horizontaux ; les autres verticaux, et parmi ces derniers, les uns avaient le pôle aigu en haut, les autres le pôle obtus en haut. Or les œufs qui avaient été secoués dans la position horizontale, et ceux qui avaient été secoués dans la position verticale, le pôle obtus en haut, m'ont donné très peu de monstres ; tandis que presque tous ceux qui avaient été secoués dans la position verticale avec le pôle aigu en haut, m'ont donné des monstres.

Ces expériences nous font connaître une cause tératogénique bien remarquable ; et en même temps elles nous apprennent que les secousses ne sont pas toujours également nuisibles, et que leurs effets varient suivant leur mode d'application. Bien qu'on ne puisse comparer les mouvements brutaux de la tapoteuse aux trépidations beaucoup moins intenses des chemins de fer et des voitures, ces expériences nous montrent que, suivant leur mode d'application, les trépidations seront tantôt nuisibles et tantôt indifférentes.

Une troisième cause de modification du germe, et qui date de la même période, est le développement de végétations cryptogamiques dans l'intérieur de l'œuf. Ces végétations peuvent se produire dans l'œuf avant la mise en incubation ; et elles entravent plus ou moins complètement l'évolution embryonnaire. Je reviendrai d'ailleurs sur ces faits, avec plus de détails, lorsque je m'occuperai du développement des végétations cryptogamiques pendant l'incubation.

Passons maintenant aux conditions physiques de l'évolution.

La première condition, la plus importante, est évidemment la température ; car une certaine température est absolument nécessaire pour que le germe puisse évoluer.

J'avais reconnu depuis longtemps qu'il y a dans l'échelle thermométrique un certain nombre de degrés qui donnent l'évolution normale, et qu'au-dessus et au-dessous de ces degrés il y a des degrés qui donnent l'évolution anormale. Mais je n'ai pu faire exactement cette détermination des degrés utiles ou nuisibles que par l'emploi des régulateurs de température.

Voici les résultats que j'ai obtenus :

Le germe commence à évoluer à 28 degrés. Mais de 28 à 30 degrés cette évolution est très lente et, d'autre part, elle ne dépasse pas les premières phases de la vie embryonnaire.

Le disque embryonnaire donne alors naissance à une masse informe qui n'a qu'une vie littéralement éphémère, et qui se désorganise de très bonne heure.

De 30 à 34 degrés l'évolution de l'embyron commence ; mais elle marche avec une très grande lenteur. De plus, elle s'arrête, comme fatalement, à cette période de la vie qui correspond à la formation de l'allantoïde. L'embryon est souvent anémique, par suite de la formation en petite quantité des globules du sang. Il est presque toujours monstrueux. Peut-être même la monstruosité existe-t-elle toujours. Mais il faut ne pas oublier que chaque monstruosité apparaît à une époque déterminée de l'évolution. Quand on observe un très jeune embryon vivant, il peut paraître normal, bien qu'il fût devenu monstrueux si on l'avait laissé dans l'œuf.

De 34 à 35 degrés, tantôt les embryons sont retardés dans leur évolution, et monstrueux comme les précédents ; tantôt ils évoluent d'une manière normale.

De 35 à 39 degrés les embryons se développent d'une manière normale. Il y a là 4 degrés de température utile.

De 39 à 40 degrés les embryons sont tantôt normaux et tantôt monstrueux.

De 40 à 42 degrés, les embryons se développent d'une manière anormale. En même temps leur évolution est considérablement accélérée. Ils présentent assez fréquemment une diminution de la taille.

De 42 à 44 degrés, l'embryon est très monstrueux et réduit à une masse informe comme les embryons développés de 28 à 30 degrés.

Au delà de 44 degrés le germe ne se développe point.

On voit ainsi, d'une manière très nette, l'influence de la température sur le développement de l'embryon, puisque l'intensité de la monstruo-

sité, si l'on peut parler ainsi, est d'autant plus grande que l'évolution s'est produite à une température plus éloignée de la température normale.

Ces faits paraissent en contradiction avec les idées généralement admises. Le thermomètre, placé sous l'abdomen d'une poule couveuse, monte à 40, 41 degrés, parfois même 42 degrés. Aussi considère-t-on ces degrés comme les degrés de l'incubation normale. Mais cette contradiction n'existe qu'en apparence. Dans les couveuses artificielles qui ont servi à mes recherches, l'échauffement des œufs ne se fait pas comme dans l'incubation naturelle. Ils sont placés dans un bain d'air également chaud partout, et s'échauffent, par conséquent, par tous les points de leur surface. Sous les poules couveuses il en est tout autrement. L'œuf ne reçoit l'influence de la chaleur que par une partie plus ou moins considérable de sa face supérieure. Il en est de même dans un certain nombre de couveuses artificielles; dans celles, par exemple, où l'œuf s'échauffe par son contact avec un sac de caoutchouc rempli d'eau chaude. Évidemment, dans ces conditions, la température de la surface de chauffe doit être un peu plus élevée que la température de l'air de mes étuves.

L'action de la température sur l'évolution normale de l'embryon et sur son évolution anormale est donc établie par des expériences précises et souvent répétées. Mais il y a une autre action, également fort importante : celle de l'atmosphère qui enveloppe les œufs. Le fait de la respiration de l'embryon dans l'œuf est connu depuis longtemps. Il était donc tout naturel de penser qu'en modifiant, dans des limites restreintes, la respiration embryonnaire, j'arriverais à modifier le développement et à produire des monstres.

Dès le début de mes études j'avais pensé que je produirais des monstres en détruisant partiellement la porosité de la coquille par l'emploi de vernis imperméables à l'air, et en diminuant par conséquent les échanges gazeux entre l'embryon et l'atmosphère; et j'ai fait un certain nombre d'expériences dans ce but. Mais je ne tardai pas à reconnaître que ces expériences n'avaient pas la signification que j'avais cru pouvoir leur donner, parce que les vernis dont je m'étais servi diminuaient seulement l'entrée de l'air sans l'empêcher complètement. Des expériences nombreuses me prouvèrent alors que les vernis, tels que le collodion, qui se dessèchent sur la coquille, ne détruisent qu'en partie sa porosité. Dans ces conditions l'embryon peut se développer; mais seulement jusqu'au moment de la formation de l'allantoïde, c'est-à-dire jusqu'à l'époque où l'intensité de la respiration embryonnaire augmente dans une proportion considérable.

Il fallait donc employer, pour le vernissage partiel des œufs, des vernis complètement imperméables à l'air. L'huile m'a fourni un pareil vernis. J'ai constaté que l'embryon ne se développe point dans les œufs dont la coquille a été entièrement couverte d'huile, si l'opération a été faite le plus tôt possible après la ponte.

J'ai donc recommencé l'expérience du vernissage partiel en me servant d'huile. Tantôt j'ai appliqué l'huile sur toute une moitié de la coquille ; tantôt j'ai couvert la coquille de taches d'huile séparées les unes des autres. Ces expériences m'ont donné des résultats très variés. Tantôt l'embryon s'est développé d'une manière normale ; tantôt, au contraire, il m'a présenté des anomalies et des monstruosités. J'ai pu reconnaître la cause de ces divergences. Pour que l'embryon évolue d'une manière normale, il faut que le germe soit en rapport avec une partie de la coquille complètement perméable à l'air, et que, par conséquent, il reçoive l'influence de l'oxygène par tous les points de sa surface, pendant les premiers jours de l'incubation. Lorsque le germe se développe au-dessous des régions de la coquille rendues, au moins partiellement, imperméables à l'air, l'évolution est plus ou moins troublée et l'embryon devient monstrueux. J'ai constaté, dans certains cas, une diminution notable des globules du sang dans les parties de l'aire vasculaire ainsi soustraites à l'action de l'air.

Ces expériences mettent en évidence le rôle de l'air, et, par conséquent, de l'oxygène, dans l'évolution embryonnaire. Elles ont également un intérêt pratique ; car il arrive fréquemment que la coquille de l'œuf soit partiellement salie et rendue imperméable à l'air par des taches de sang ou de fumier. On obtient de très bons résultats en lavant avec soin la coquille avant la mise en incubation ; on rétablit ainsi la perméabilité de la coquille et on enlève les microbes qui lui sont adhérents.

Le rôle de la respiration dans l'évolution embryonnaire peut encore être étudié à un autre point de vue. On doit se demander quelle peut être l'influence de l'air modifié dans sa composition par le changement de proportion de ses éléments, ou par la présence d'éléments nouveaux ; en d'autres termes, comment le germe se comporterait dans des atmosphères artificielles. Mais l'étude de cette question exige la construction d'appareils spéciaux et compliqués. Aussi, jusqu'à présent, je ne l'ai point abordée. D'ailleurs, je ne pouvais le faire qu'après avoir déterminé l'action exercée sur l'évolution par l'air dans lequel les œufs se développent, air qui se modifie continuellement par son mélange avec toutes les substances volatiles exhalées par les œufs pendant l'incubation. Les expériences très nombreuses que j'ai faites à ce sujet m'ont appris des faits entièrement nouveaux.

J'avais constaté, depuis longtemps, que l'incubation réussit d'autant

mieux que l'air des appareils se renouvelle plus rapidement, et que, dans les couveuses non ventilées, les embryons se développent souvent d'une manière anormale. A quoi cela peut-il tenir? L'air confiné modifie-t-il l'embryon par la diminution de l'oxygène, par l'augmentation de l'acide carbonique, ou bien par une autre cause encore inconnue?

J'ai pensé que, pour répondre à cette question, il fallait faire couver un œuf seul dans un espace limité, et constater, par l'analyse, les altérations de l'air. Je soumis donc à l'incubation un œuf dans un flacon de 35 centilitres de capacité, et fermé hermétiquement avec un bouchon en caoutchouc. Au sixième jour, je fus très surpris de voir la coquille de cet œuf recouverte de nombreuses taches vertes qui ne tardèrent pas à me montrer, quelques jours après, des moisissures fructifiées. J'arrêtai l'opération et j'ouvris l'œuf. La chambre à air était remplie de moisissures fructifiées; l'albumine contenait en quantité considérable de petits amas transparents entièrement composés de mycéliums. Il n'y avait pas d'embryon. La moisissure qui s'était ainsi développée était une espèce d'*Aspergillus*, espèce peut-être nouvelle, comme le pense M. Van Tieghem à qui je l'ai soumise.

J'ai cru d'abord qu'il s'agissait d'un fait accidentel. En effet, si l'on a, depuis Réaumur, signalé, à diverses reprises, l'existence de moisissures dans l'intérieur des œufs, on l'a toujours considérée comme très exceptionnelle. J'ai donc recommencé l'expérience en la faisant porter sur plusieurs œufs, également isolés. Les mêmes faits se produisirent. Seulement, dans la plupart de ces œufs, je rencontrai des embryons morts et souvent monstrueux à des degrés très inégaux de développement. L'embryon avait péri promptement, étouffé, dans sa lutte pour la vie, par la végétation cryptogamique. J'ai répété cette expérience à diverses reprises, et sur un nombre d'œufs très considérable qui m'avaient été adressés de diverses parties de la France. Dans le plus grand nombre des cas, les mêmes faits se sont reproduits. Le nombre des œufs qui ne présentaient pas de végétations cryptogamiques n'était certainement pas le quart de ceux que j'avais mis en expérience.

Quelle est l'origine de cette végétation cryptogamique? Provient-elle de spores flottant dans l'air ou adhérents à la coquille, qui, dans les conditions particulières où j'avais placé les œufs, germaient en donnant naissance à des filaments de mycéliums? Ces mycéliums pénétreraient dans l'intérieur de l'œuf et se multiplieraient dans l'albumine. Ou bien l'origine de cette végétation ne doit-elle pas être attribuée à des spores existant dans l'oviducte de la poule et incarcérées dans l'œuf au moment de la secrétion de l'albumine et avant la formation de la coquille? C'est ainsi que M. Gayon a expliqué la présence dans l'albumine des or-

ganismes de la putréfaction (vibrions et bactéries) et aussi, dans certains cas, des spores de moisissures.

La seconde opinion, celle de M. Gayon, me paraît être l'opinion vraie. J'ai pris, en effet, les plus grandes précautions pour nettoyer la surface des œufs que je mettais en expérience, pour tuer tous les organismes adhérents aux parois des flacons et aux bouchons qui les ferment, ou flottant dans l'air qu'ils contiennent. Mais, même en admettant que, dans les circonstances où j'opérais, ces précautions n'aient pas toujours été complètement efficaces, l'existence de spores incarcérées dans l'intérieur de la coquille me paraît résulter de ce fait, que, dans mes expériences, tous les œufs n'étaient pas infectés. Si les spores étaient provenues, d'une manière quelconque, de l'air de mon laboratoire, elles auraient évidemment atteint tous les œufs sans exception. J'ai pu d'ailleurs, dans un certain nombre de cas, constater directement l'existence de spores dans l'albumine : constatation très difficile, d'ailleurs, par suite de leur extrême petitesse et de l'inégalité de leur répartition.

Ainsi donc, il y a des œufs, et très probablement le plus grand nombre, qui contiennent, dès l'époque de leur formation, des germes infectieux. C'est un des faits les plus curieux que mes recherches m'aient fait connaître. Je n'ai pu, du reste, le rattacher à aucune condition de saisons ou de localités. D'ailleurs, la cause de l'infection est très variable. Ce sont, le plus souvent, les spores de l'*Aspergillus*, mais parfois aussi les spores d'autres espèces de moisissures. On ne voit aucune raison pour que ces dernières spores ne viendraient pas à germer et à se multiplier dans les œufs comme l'*Aspergillus* lui-même.

Comment expliquer ce fait, que, dans l'air renouvelé, l'embryon se développe et que les spores que l'œuf peut contenir restent sans germer; tandis que dans mes flacons de 35 centilitres, les spores de l'*Aspergillus* germent, produisent des myceliums, puis des fructifications, et que le germe ne se développe point ou que l'embryon périt plus ou moins rapidement, étouffé par les végétations cryptogamiques? C'est que, dans ce dernier cas, l'air saturé d'humidité forme un milieu très favorable à la végétation des moisissures, tandis que, dans une couveuse bien ventilée, le renouvellement de l'air empêche la saturation.

Dans mes flacons, l'air est très promptement saturé d'humidité par le fait de l'évaporation de l'eau contenue dans les œufs, ou de ce que Réaumur appelait la *transpiration insensible*. En trois jours, à peu près, les parois du flacon sont couvertes de gouttelettes d'eau, qui peu à peu tombent au fond. Ces faits semblaient indiquer que la saturation de l'air était la condition du développement des moisissures. Mais j'en ai eu la démonstration par d'autres expériences.

J'ai fait, à diverses reprises, couver des œufs, au nombre de huit ou

de quatorze, dans des appareils de 12 litres environ de capacité. J'avais hermétiquement fermé toutes les ouvertures. L'air des couveuses était maintenu dans un état de saturation par des soucoupes pleines d'eau qui se renouvelait constamment. Dans ces conditions, les œufs se sont remplis de mycéliums, et ces mycéliums ont fructifié dans la chambre à air. Dans l'air non saturé, quoique non renouvelé, ces faits ne se produisaient pas.

J'ai encore obtenu les mêmes résultats en faisant passer un courant d'air saturé dans un appareil d'incubation. Cette expérience a été faite dans le laboratoire de mon regretté ami, le baron P. Thénard. Je n'avais pu la faire dans mon laboratoire, par suite de l'insuffisance du local.

Ainsi, ces expériences nous apprennent que l'air saturé d'humidité entrave plus ou moins l'évolution de l'embryon, en favorisant le développement des végétations cryptogamiques dont les germes existent dans la plupart des œufs. Elles nous apprennent également que la viciation de l'air confiné tient, au moins en grande partie, à la saturation de l'air par la vapeur aqueuse provenant des œufs, et nous font comprendre le rôle de la ventilation dans l'incubation artificielle.

J'ai constaté d'ailleurs que l'air saturé d'humidité exerce aussi une action nuisible sur les œufs non infectés, en déterminant la liquéfaction de l'albumine qui suinte alors au travers de la coquille, et vient se dessécher à sa surface. Alors l'embryon périt presque toujours. J'ai vu toutefois, dans ces conditions, des poulets qui étaient arrivés jusqu'à l'éclosion, et qui avaient commencé à briser leur coquille, mais leur bec était emprisonné dans l'albumine solidifiée, et ils avaient péri asphyxiés.

Mais la viciation de l'air confiné résulte-t-elle uniquement de sa saturation par la vapeur d'eau? Mes expériences me conduisent à croire que dans l'air confiné, mais non saturé, l'air peut être vicié par des causes qui me sont encore inconnues. En effet, j'ai vu, en plaçant des œufs au nombre de huit ou quatorze dans des couveuses de 12 litres de capacité, qui étaient hermétiquement fermées, et dans lesquelles l'air n'était pas saturé, les embryons périr plus ou moins rapidement sous l'influence de la putréfaction, ou de moisissures autres que l'*Aspergillus*. Mais, à côté de ces œufs, il y en avait d'autres où l'embryon se développait d'une manière normale, atteignait le terme de l'incubation et pouvait éclore. Doit-on expliquer ces faits par l'existence dans l'air confiné d'un élément qui favoriserait le développement des microbes ou de certaines moisissures, mais qui n'exercerait aucune action sur l'embryon, lorsque les œufs ne contiennent pas de germes d'infection? Je ne puis, pour le moment, que mentionner le fait et poser la question.

Ces expériences m'ont conduit à chercher ce qui adviendrait en faisant couver des œufs dans de l'air présentant différents degrés hygro-

métriques. J'ai fait de nombreuses expériences pour répondre à cette question, en me servant de couveuses ventilées dans lesquelles je modifiais l'état hygrométrique de l'air, soit par une évaporation constante d'eau, soit par l'emploi de substances desséchantes, comme l'acide sulfurique ou le chlorure de calcium. J'ai pu obtenir ainsi des états hygrométriques variant de 0,95 à 0,20. Je n'ai pu dépasser ce dernier chiffre, très probablement par suite de l'évaporation qui se fait à la surface des œufs. Or, dans toutes ces expériences, l'évolution de l'embryon s'est faite d'une manière normale, aussi bien dans l'air très humide, quoique non saturé, que dans l'air très peu humide. Je pense cependant que, dans ce dernier cas, l'embryon aurait eu beaucoup de peine à éclore, parce qu'alors il se serait collé contre les parois de la coquille et aurait perdu plus ou moins la liberté de ses mouvements.

Toutes ces expériences nous montrent que les conditions physiques de l'évolution normale de l'embryon dans l'œuf de la poule se réduisent à deux : l'emploi d'une certaine température et le renouvellement constant de la portion d'atmosphère qui enveloppe les œufs. En tenant compte de ces faits, ainsi que des conditions qui peuvent avoir agi sur l'œuf avant la mise en incubation, on aura très peu d'insuccès dans les incubations artificielles. Toutes ces détermiuations étaient importantes, même en dehors du point de vue de la science, parce que l'incubation artificielle tend, de plus en plus, à devenir une industrie.

Maintenant, il serait intéressant de déterminer les causes d'insuccès qui peuvent tenir à des conditions accidentelles : mais il est bien évident qu'il est impossible de les prévoir toutes. Tout ce que nous pouvons faire, c'est d'étudier scientifiquement leur mode d'action, lorsque notre attention est appelée sur elles.

J'ai eu occasion de faire une semblable étude. On lit, dans tous les livres qui traitent de la basse-cour, que les poules couveuses doivent être maintenues, pendant l'incubation, dans des locaux éloignés de bruits continus ; on recommande également d'installer les appareils d'incubation artificielle à une certaine distance des machines à vapeur, des forges, et, d'une manière générale, de tous les appareils qui produisent des bruits intenses et prolongés.

J'avais souvent pensé à soumettre ces préceptes à la vérification de l'expérience ; mais je ne voyais pas les moyens de la réaliser. L'année dernière, cette occasion s'est présentée. Le régulateur de température de M. Raulin donne des vibrations sonores lorsqu'il se met à fonctionner. Mais ces vibrations s'arrêtent presque immédiatement. Faisant fonctionner un de ces appareils qui était resté inactif pendant longtemps, je fus très surpris de voir que les vibrations de l'appareil, au lieu de

cesser presque immédiatement, se prolongèrent pendant près d'une demi-heure. Elles étaient assez fortes pour être très facilement entendues dans une pièce assez éloignée de celle où sont placées les couveuses. Je cherchai s'il serait possible de transformer ces vibrations en vibrations continues, et j'y parvins facilement, par une légère modification de l'appareil.

J'introduisis huit œufs dans la couveuse, et je les y laissai pendant quinze jours, soumis à l'influence de ces vibrations. Alors j'arrêtai l'expérience. Les embryons s'étaient développés d'une manière normale ; mais ils avaient presque tous péri à une époque plus ou moins éloignée de la mise en incubation. Un seul avait résisté. Comme j'avais réuni toutes les conditions de l'évolution normale, je ne puis attribuer la mort des embryons qu'à l'action des vibrations de l'appareil ; et j'ai tout lieu de supposer que le seul embryon qui vivait encore après quinze jours, aurait péri lui-même si j'avais continué l'expérience.

Un autre fait à noter, c'est que plusieurs embryons avaient péri dans trois autres couveuses qui fonctionnaient simultanément avec celle qui portait le régulateur Raulin. Je ne puis attribuer leur mort qu'à l'influence des vibrations qui s'était étendue au delà de la couveuse où elles avaient pris naissance.

Pendant l'exécution de ces expériences, un fait m'avait très préoccupé : la très grande rareté des éclosions, quand je prolongeais l'incubation jusqu'au vingt et unième jour. J'avais vainement cherché à réaliser toutes les conditions favorables ; je trouvais fréquemment mes poulets morts vers le dix-neuvième ou le vingtième jour. Or, j'ai reconnu que, dans ces poulets, le jaune n'avait point pénétré dans la cavité abdominale, et qu'il n'y avait point pénétré parce qu'il avait contracté des adhérences avec l'allantoïde. Ces adhérences étaient souvent assez fortes pour avoir produit des brides qui exerçaient une constriction sur la membrane du jaune, constriction qui allait, dans certains cas, jusqu'à la rompre. Cette déchirure de la membrane du jaune restait parfois béante, tandis que, dans d'autres cas, elle se cicatrisait ; mais on retrouvait les éléments du jaune dans l'albumine.

J'ai cherché la condition qui produit ces adhérences, et je l'ai trouvée dans l'immobilité où je maintenais mes œufs pendant l'incubation.

On sait que la poule couveuse remue fréquemment ses œufs, que la pratique du retournement quotidien des œufs est généralement adoptée par les personnes qui s'occupent d'incubation artificielle, qu'enfin, tout récemment, on a imaginé des appareils pour pratiquer le retournement des œufs par des procédés mécaniques.

Pendant longtemps, j'ai considéré l'immobilité des œufs comme

n'ayant aucun effet nuisible, parce que j'avais constaté qu'elle n'exerce aucune action tératogénique. L'évolution embryonnaire se fait d'une manière aussi normale dans l'œuf immobile que dans l'œuf quotidiennement retourné.

Seulement, dans l'œuf immobile, se produisent très fréquemment ces adhérences de l'allantoïde et du jaune, qui font périr ordinairement l'embryon dans les derniers jours de l'incubation, mais qui parfois aussi peuvent le faire périr pendant la dernière semaine.

Lorsque l'on retourne les œufs tous les jours pendant l'incubation, ces adhérences ne se produisent que d'une manière exceptionnelle. Alors les poulets éclosent presque tous, quand ils ont été soumis à l'incubation dans les conditions que j'ai précédemment énumérées.

M. Fernand LATASTE

ADDITIONS ET CORRECTIONS A LA LISTE DES MAMMIFÈRES DE BARBARIE [1]

— Séance du 16 août 1886. —

1. *Canis anthus,* Fr. Cuvier. — Je n'ai cité, dans mon *Catalogue,* qu'une espèce de Chacal en Barbarie, *Canis aureus,* Linné. J'ignorais alors [2] que Gray, dans son *Catalogue of Carnivorous,* etc. (1869, p. 189), en avait indiqué, dans la même région, une deuxième espèce, *Canis anthus,* Fr. Cuvier.

Sans préjuger, pour le moment, de la valeur, même spécifique, de cette dernière forme, que Gray sépare génériquement de la première, et en attendant que j'aie pu me faire une opinion personnelle à cet égard, j'ajoute provisoirement *Canis anthus* à la liste des Mammifères de Barbarie.

2. *Canis niloticus,* Geoffroy. — Il ne me paraît décidément pas possible de distinguer spécifiquement cette forme du Renard commun d'Europe, *Canis vulpes,* Linné. Ni dans la forme du crâne, ni dans les proportions de la queue ou du pied, je n'ai pu trouver un caractère distinctif net et constant. Le Renard d'Algérie est plus petit que celui d'Europe, mais des sujets de la forme européenne présentent entre

1. *Étude de la Faune des Vertébrés de Barbarie (Algérie, Tunisie et Maroc). Catalogue provisoire des Mammifères apélagiques sauvages.* 1885 (*Actes Soc. linn.* Bordeaux, v. XXXIX p. 129-289.)
2. Voir le tirage à part de mon *Catalogue*, p. 20-22.

eux, quoique de même âge, des différences de taille plus considérables que celles qui les séparent des Renards d'Algérie ; ces derniers, d'ailleurs, sont sensiblement plus petits dans le sud que dans le nord. De même pour la couleur, les Renards algériens du Tell et ceux du Sahara diffèrent plus entre eux, sous ce rapport, que les premiers ne diffèrent des Renards d'Europe. Je regarde *Canis niloticus* comme une simple race ou variété de *Canis vulpes* [1].

3. *Lutra angustifrons,* Hagenmuller et Lataste. — Je disais (*Catalogue,* p. 118) : « Le problème de la distinction spécifique des Loutres d'Europe (*Lutra*) et d'Algérie (*angustifrons*) est posé, mais il reste encore à résoudre. » Ce problème me paraît aujourd'hui, après examen de nouveaux matériaux, tout à fait résolu, et je regarde les Loutres d'Algérie et d'Europe comme spécifiquement identiques. Mon jugement avait d'abord été égaré par des différences crâniennes qui tenaient à l'âge. Oldfield Thomas [2] a, depuis, signalé, sur une autre espèce de Mustélidé, un cas de variation analogue beaucoup plus exagérée et tout à fait remarquable. Quant aux différences dans les proportions de la queue, elles étaient purement individuelles ; j'étais justement tombé sur des extrêmes, mais les nouveaux sujets, tant d'Europe que d'Algérie, que j'ai pu observer depuis, se sont trouvés intermédiaires, sous ce rapport, aux deux premiers, et ne m'ont plus paru différer les uns des autres.

Je saisis cette occasion de rectifier une autre erreur. — Parmi les caractères distinctifs des genres *Meles* et *Lutra* (*Catalogue,* p. 46), il faut supprimer celui que j'avais cru pouvoir tirer de la crête sagittale. Cette crête, en effet, n'est pas absente chez la Loutre, comme je l'avais cru d'abord. Quoique moins précoce et moins haute que chez le Blaireau, elle n'en est pas moins très développée chez les vieilles Loutres.

La Loutre, qui n'avait encore été signalée qu'en Algérie, se rencontre aussi en Tunisie, dans l'oued Medjerda.

4. Le nom d'*Ictidonyx,* Kaup (1835), que j'avais adopté pour désigner le genre Zorille, doit être remplacé par celui de *Zorilla,* Is. Geoffroy (1824, *Dict. class. d'Hist. nat.,* t. X, p. 215).

5. *Putorius subpalmatus,* Hemprich et Ehrenberg. Dans mon *Catalogue* (sp. 45), j'ai désigné la Belette de Barbarie sous le nom de *Putorius africanus,* Desmarest ; mais, comme le soupçonnait Trouessart (*ibid.,*

1. J'ai trouvé, depuis, deux bons caractères crâniens qui distinguent spécifiquement le Renard de Barbarie de celui d'Europe :

1° La distance réciproque des deux premières dents tuberculeuses supérieures est, chez le premier, toujours sensiblement et parfois beaucoup inférieure, tandis qu'elle est, chez le second, toujours considérablement supérieure à la longueur du bord externe de l'ensemble des deux tuberculeuses de chaque côté ;

2° L'extrémité antérieure des bulles osseuses dépasse considérablement, chez le premier, tandis qu'elle est loin d'atteindre, chez le second, le niveau postérieur des cavités glénoïdes.

2. *Notes on a striking instance of cranial variation due to age.* P. Z. S., 1886, p. 125, pl. XI.

p. 123, note) et comme je m'en suis convaincu par l'examen du type, qui m'avait échappé d'abord mais que j'ai retrouvé depuis au laboratoire de Mammalogie du Muséum de Paris (C. 249), le nom de Desmarest s'applique à une espèce différente, plus grande, à poil plus ras. Le nom de *P. numidicus,* Pucheran (1855), adopté par Trouessart (*ibid.*) pour désigner l'espèce de Barbarie, est postérieur et doit céder le pas à celui de *P. subpalmatus,* Hemprich et Ehrenberg (1832).

Trouessart regarde la Belette de Barbarie comme une simple variété de la Belette commune (*Catalogue Carnivores,* 1886, p. 42, note et sp. 2424, *dd*); je ne puis me ranger, du moins pour le moment, à cette opinion.

6. *Addax nasomaculatus,* Blainville. — Cette espèce se trouve aussi dans la Tunisie méridionale. Valéry-Mayet en a vu, au Dar-el-Bey, à Tozeur, une dépouille qui provenait du Djérid (*Voy. dans le Sud de la Tunisie,* 1886. — *Soc. Languedoc. de Géogr.,* 1885-1886, p. 129), et M. Letourneux, durant son exploration de 1886, a vu les cornes, fraîchement détachées, d'un sujet qui venait d'être tué au sud de Sobria, dans le sud du Nefzaoua [1].

M. le Dr AMANS

A Montpellier.

SUR LES CONTOURS APPARENTS DES MACHINES ANIMALES

— Séance du 18 août 1886. —

Un animal ou un organe qui se meut dans un fluide peut être considéré comme un solide de mécanique. La forme externe du solide est intimement liée aux résistances du milieu et au mode de locomotion dans ce milieu. La connaissance de ces rapports ne saurait être obtenue en dehors de nombreuses dissections et expériences. Je suis encore dans la période d'analyse; néanmoins, je commence à voir quels sont les termes du problème. Ma communication se bornera à les exposer.

Prenons, par exemple, le schéma d'un animal aquatique, locomobile, à symétrie bilatérale. On a une idée générale de sa forme, en

1. On trouvera d'autres corrections et additions à mon *Catalogue des Mammifères de Barbarie* dans mon *Catalogue critique des Mammifères apélagiques sauvages de la Tunisie* (*Exploration scientifique de la Tunisie, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Zoologie. Mammifères.* Paris, Impr. nation., 1887).

l'examinant de face, de profil et d'horizon (de haut en bas ou de bas en haut). Bornons-nous à ces trois figures planes; je les soumets à un naturaliste, et je lui demande, à défaut d'autre indication : à l'aide d'une de ces figures, pouvez-vous savoir de quel côté se dirigera l'animal?

La figure de profil fournit une réponse sûre; jamais un animal aquatique ne marchera en profil avec le petit bout en avant. Ceci pourrait avoir lieu dans les autres figures (horizon des Dytiques, des larves de Libellules, etc.), où le gros bout est en arrière; Front, tantôt à gros bout supérieur (Mugil, Esocœtus...), tantôt à gros bout inférieur (Cétacés, Batraciens, Tryglides...). Les combinaisons habituelles sont les trois suivantes :

Profil gros bout . . .	*ant.*	Profil gros bout . . .	*ant.*	Profil gros bout . . .	*ant.*
Horizon	*ant.*	Horizon	*ant.*	Horizon	*post.*
Face.	*sup.*	Face.	*inf.*	Face.	*sup.*

La première combinaison est celle des meilleurs fileurs; la seconde se rencontre chez des types à vitesse variable; la troisième convient aux mauvais nageurs.

Les figures citées plus haut sont les projections planes des contours apparents. Il faut se garder de confondre ces projections avec les contours eux-mêmes. Le contour de profil est le seul qui soit plan; c'est la conséquence de la symétrie bilatérale. La moitié supérieure a une courbure différente de la moitié inférieure; ceci dépend de l'inégalité de pression sur les faces dorsale et ventrale. La différence de courbure est en raison directe de cette inégalité.

Le contour horizontal est une courbe ondulée, généralement à grand rayon de courbure; la partie antérieure est concave inférieurement, la postérieure supérieurement.

Le contour facial est aussi une courbe ondulée, mais beaucoup plus variable de forme que la précédente.

On voit combien il est difficile d'appliquer aux animaux aquatiques les notions de plan de flottaison et de maître couple, usitées dans l'art naval. La notion de plan doit disparaître sitôt que nous avons affaire à un corps entièrement immergé.

La différenciation des contours apparents constitue un progrès dans l'évolution de la machine animale. Primitivement, celle-ci était sphérique, munie de cils vibratiles (larves atroques). L'allongement du corps amène une inégale répartition des cils : il se forme une couronne à la tête et une à la queue, ou plusieurs couronnes (larves polytroques) : dans tous ces cas, la larve est plus ou moins un solide de révolution. Dans une troisième phase, les cils se limitent à certains points de la ceinture; la symétrie devient bilatérale : on a alors des touffes de cils latéraux à chaque zonite, des parapodes dorsaux et ventraux. Les para-

podes diminuent de nombre avec la concentration des zonites (*sic* les larves de Nérine, munies seulement à l'arrière d'une couronne, et en avant de deux pinceaux latéraux, analogues par leur position aux nageoires pectorales des poissons). L'analogie avec les nageoires de poisson est encore plus complète avec les expansions membraneuses des Nereis, Spadelle, Sagitta, etc.

La réduction des nageoires peut aller jusqu'à zéro ; il reste cependant une partie qui peut toujours être considérée comme nageoire : c'est la queue.

Un des cas les plus simples est celui des larves de Tipule. Soit une droite élastique ; fléchissons-la par ses deux extrémités et abandonnons-la brusquement dans un fluide. La résistance du fluide à droite va la pousser à gauche, et inversement, suivant le sens dans lequel elle se détend. Si les deux extrémités sont d'inégal volume, l'arc, tout en oscillant à droite et à gauche, s'avancera du côté du bout renflé : on aura ainsi une progression en zigzag. Tel est *grosso modo* le mécanisme de la progression chez les larves de Tipule.

On pourrait concevoir plus simple encore : celui d'un ovoïde rigide, frappant alternativement à droite et à gauche ; il décrira aussi un zigzag, le gros bout en avant : c'est là une expérience facile à réaliser dans un laboratoire.

Le mouvement est plus difficile à observer chez les larves d'Éphémère, Agrion, chez les serpents d'eau et chez les poissons très allongés comme Belone, Anguis. Les ondulations sont nombreuses de la tête à la queue ; l'animal frappe en même temps à droite et à gauche ; les chocs se composent, atténuent le chevauchement latéral. Par suite, la ligne suivie est plus directe que chez la Tipule. Remarque importante : en vertu de l'anatomie, la facilité à onduler va en augmentant de la tête à la queue. Il en résulte qu'en prenant le maximum d'ondulations vertébrales, l'animal serpentiforme se trouve inscrit dans un ovoïde à gros bout antérieur.

Entre les types de la Tipule et de l'Anguis, nous pouvons placer comme intermédiaires toute la série des Poissons. Chez l'immense majorité d'entre eux, la propulsion est produite par la vibration de la partie postérieure du corps, c'est-à-dire par les 3 à 4/5 de la longueur totale de l'animal, et non pas seulement par l'expansion terminale, plus spécialement nommée nageoire caudale.

Le plan principal de vibration de la nageoire caudale est celui du plus grand contour apparent. En général, c'est celui de profil ; c'est parfois celui d'horizon (Pleuronectidées, Rajides, Cétacés). Quelle que soit la position normale de la queue, verticale ou horizontale, il n'y a jamais qu'un plan de symétrie, le plan de profil.

Chacun des trois contours apparents est muni de nageoires. Celles du contour de profil sont toutes dissemblables, tandis que les autres sont symétriques par rapport au plan de profil. Il est rare qu'une nageoire batte dans un seul plan, et appartienne ainsi exclusivement à tel ou tel contour. Ainsi la partie terminale d'une queue verticale se tordant vers le haut ou vers le bas peut être considérée, en cet instant, comme une nageoire horizontale ; de même, le bord antérieur des nageoires dorsale et ventrale est, dans ses mouvements antéro-postérieurs, une sorte de nageoire faciale.

La pectorale se trouve au voisinage des intersections des contours facial et horizontal ; il agit donc souvent à la fois dans ces deux contours avec une action prédominante dans l'un ou dans l'autre, suivant les espèces : presque horizontale chez les poissons volants, presque verticale chez les Trygles. La nageoire abdominale appartient exclusivement au contour facial.

Ceci posé, chaque contour apparent peut être considéré se mouvant isolément, abstraction faite des autres ; il est toujours plus simple de discuter une surface qu'un solide. Les combinaisons possibles des mouvements des contours apparents nous donneront la clef du mouvement résultant du solide.

L'étude des contours apparents, soit du corps dans son ensemble, soit des nageoires elles-mêmes, est un puissant moyen pour comprendre le sens du mouvement. Un exemple tiré de l'aéronautique. Tout récemment, M. Marey présentait à l'Académie une note de M. Müller sur les vibrations d'une aile artificielle. M. Müller démontre expérimentalement que la vibration produit une nappe d'air qui fuit du côté du bord postérieur mince de l'aile, et par réaction projette l'animal en avant. Ainsi s'expliquerait la possibilité du vol avec l'axe du corps presque vertical ; cette possibilité était difficile à concevoir avec les théories connues sur le vol. J'ai déjà cependant, à défaut de théorie, apporté des faits que vérifient entièrement ces nouvelles expériences. J'avais schématisé l'animal par un ovoïde à profil renflé en avant, et l'aile par un autre solide renflé en avant et vers la base d'insertion. En vertu du principe posé plus haut, les vibrations d'un tel solide le pousseront dans le sens du bout renflé, et cela quelle que soit la position de l'axe du corps.

M. Müller insiste, en outre, sur l'importance d'un barrage antérieur pour produire le refoulement de la nappe d'air tassé. Mais n'ai-je pas insisté à satiété sur la constance du rebord proantérieur, du dièdre basilaire dans toute la série des animaux aériens?

J'aurai, dans le cours de mon travail, de nombreux rapprochements à faire entre les machines aquatiques et aériennes. Les types aquatiques

sont nombreux et variés ; j'espère cependant les épuiser à bref délai, et exposer les lois principales de corrélation entre la forme de ces types et la résistance du milieu.

M. Georges DUTILLEUL

Licencié ès sciences, Préparateur à la Faculté de Lille.
Lauréat de la Faculté de Médecine et de la Société des Sciences de Lille.

RECHERCHES ANATOMIQUES ET HISTOLOGIQUES SUR LA « PONTOBDELLA MURICATA »

— Séance du 18 août 1886. —

PREMIÈRE PARTIE.

Le présent travail résume une partie de nos recherches sur la *Pontobdella muricata,* hirudinée marine, que nous avons recueillie au cours des dragages dirigés par notre excellent Maître, M. le professeur A. Giard, lors du congrès de La Rochelle en 1882.

Réservant pour un mémoire plus étendu et portant sur tout le groupe, les faits relatifs aux appareils nerveux, circulatoire et excréteur, nous donnons ici les résultats que nous a fournis l'étude des téguments, des ventouses et du tube digestif[1].

Nous devrions, pour nous conformer à l'usage, indiquer en commençant ce qu'ont observé les divers naturalistes qui se sont occupés de la question. Nous préférons ne pas agir ainsi et signaler au cours de notre étude ce qui revient à chacun d'eux.

I. — Caractères extérieurs. — Éthologie.

Pontobdella est un animal vermiforme, à corps cylindrique atténué aux deux extrémités. A chacune de celles-ci s'insère une ventouse.

La peau est rugueuse et couverte de tubercules fortement saillants. Une dépression linéaire dorsale très nette va d'une extrémité à l'autre de l'animal.

Le corps peut être divisé en cinq régions : 1° ventouse orale ; 2° région du cou ; 3° région du clitellum ; 4° corps proprement dit et 5° ventouse postérieure.

1. Nous ne reviendrons pas sur l'appareil générateur dont nous avons publié l'étude dans le *Bulletin scientifique du département du Nord,* 1884-1885 et 1886, et les *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences,* 8 mars 1886.

Nous ne dirons rien des ventouses auxquelles nous réservons plus loin un chapitre spécial.

Le *cou* comprend, dans l'espèce qui nous occupe, une série de douze anneaux, alternativement grands et petits ; on a successivement un grand anneau, deux petits, un grand... etc. Ces anneaux sont couverts de mamelons saillants qui sont coniques et portent à leur sommet de petites saillies que Van Beneden et Hesse [1] ont prises pour des soies terminales d'organes locomoteurs. Nous verrons plus loin que cette manière de voir est erronée.

Entre les tubercules, la peau n'est pas lisse, comme tous les auteurs l'ont figurée jusqu'ici. Elle est couverte de petits mamelons qui lui donnent un aspect chagriné. Prenant pour guide le nombre de ganglions de la chaîne nerveuse, Bourne [2] admet que la ventouse antérieure et le cou réunis représentent cinq zoonites. Dans tous les exemplaires que nous avons examinés, nous avons compté six ganglions, ce qui nous amène à admettre que cette région correspond à *six zoonites*.

Le *clitellum* comprend 6 anneaux et correspond à deux zoonites de trois anneaux chacun.

Cette région porte les ouvertures génitales [3].

Le *corps proprement dit* est plus large que les régions précédentes, les annelures y sont plus nettes, les tubercules plus saillants. Il comprend une série de onze zoonites de quatre anneaux chacun. Ceux-ci sont disposés dans l'ordre suivant : un grand anneau, un moyen, un petit, un moyen. C'est au niveau du grand anneau initial de chaque zoonite, qu'on rencontre le ganglion nerveux. — Les tubercules de ces divers anneaux affectent une distribution très déterminée ; à cet égard nous n'avons rien à ajouter aux données de Bourne [4]. — C'est sur le premier anneau de chaque zoonite, sur les deux tubercules placés de part et d'autre de la ligne médio-dorsale que se trouvent les ouvertures de l'appareil excréteur.

A cette série de onze zoonites s'ajoutent deux zoonites de deux anneaux, puis quatre anneaux sur le premier desquels se trouve dorsalement l'anus. Ces quatre derniers anneaux correspondent à deux zoonites.

Vient enfin la ventouse postérieure qui correspond à une masse ganglionnaire unique.

Nous voyons en résumé que le corps de *Pontobdella* comprend 72

1. *Recherches sur les Bdelloïdes ou Hirudinées et les Trématodes marins,* Acad. de Belgique, 1863.
2. *Contributions to the anatomy of the Hirudinea. Quart. Journ. of micr. Science.* New series. n° XCV, 1884.
3. Voir, pour plus de détails, notre travail *Sur l'appareil générateur de Pontobdella muricata,* in *Bull. scient. du Nord,* 1884, 1885 et 1886.
4. *Loc. cit.*

anneaux formant 24 zoonites. Bourne n'en compte que 23. Les considérations émises ci-dessus à propos du cou rendent compte de cette divergence.

Le corps de *Pontobdella* est très résistant. L'animal peut à volonté rétracter ou faire saillir ses tubercules. Comme nous le prouverons *anatomiquement* plus loin, ces tubercules ont un rôle respiratoire prédominant. Nous n'en voulons pour preuve que le fait suivant : lorsque l'animal est placé à sec ou dans un linge humide, il rétracte ses tubercules et son corps devient presque lisse. Ces tubercules redeviennent turgescents dès que l'animal est replacé dans l'eau de mer.

La Pontobdelle vit, comme on le sait, en ectoparasite sur les Sélaciens et en particulier sur les grandes Raies. Aucun des auteurs qui se sont occupés de l'animal n'a jusqu'ici indiqué le point du corps où le parasite se tient de préférence. Nos observations nous permettent de combler cette lacune. C'est principalement à la face dorsale à droite et à gauche de la région d'insertion de la queue que se fixent les Pontobdelles.

Elles s'y fixent par la ventouse postérieure et l'adhérence qu'elles contractent est telle, que, losqu'on détache l'animal sans précautions, le corps se rompt au niveau de la ventouse fixatrice, laquelle reste sur l'hôte.

En captivité et privée de son hôte, la Pontobdelle se fixe au fond ou sur les parois du vase par sa ventouse postérieure, le corps dressé ou pendant et la partie antérieure repliée ventralement en crosse.

L'animal adulte présente une longeur moyenne de 18 centimètres. Sa couleur est jaune grisâtre ; elle est d'ailleurs variable, certaines variétés étant marquées de larges taches brunes, d'autres étant complètement brunes.

Vaillant[1] affirme que la Pontobdelle peut vivre longtemps privée de son hôte et dans fort peu d'eau.

Nos observations nous ont montré qu'il n'en est pas ainsi ; nous avons éprouvé les plus grandes difficultés pour conserver nos animaux en vie. La putréfaction arrive toujours rapidement et commence d'ordinaire par la région postéro-dorsale au niveau de laquelle les téguments ont une épaisseur relativement faible. Il n'en saurait être autrement : la Pontobdelle, animal essentiellement inerte, meurt fatalement lorsque le milieu dans lequel elle se trouve ne se déplace pas autour d'elle.

II. — Système tégumentaire.

On distingue dans le système tégumentaire de la Pontobdelle deux séries de couches que nous étudierons séparément ; ce sont : 1° les couches dermiques ; 2° les couches musculaires.

1. *Contribution à l'Étude du genre Pontobdella.* (*Ann. Sc. nat.*, 5e série, t. XII, 1870.)

1. — *Couches dermiques.*

Les couches dermiques sont au nombre de trois :

1° La cuticule ; 2° l'épiderme ; 3° le derme.

La *cuticule* (fig. 2) est une membrane anhyste et transparente. Elle a une épaisseur notable. Elle recouvre tout le corps s'étendant aussi bien sur les tubercules que sur les espaces qui les séparent. — Elle se replie au niveau des ventouses pour tapisser leur face interne. Cette couche se renouvelle assez fréquemment par des mues. L'étude de la cuticule à un fort grossissement permet d'y reconnaître un double système de stries se croisant à angle droit. Cette couche présente encore un très grand nombre de pores (fig. 4) : ceux-ci correspondent aux glandes épidermiques unicellulaires, dont nous parlerons plus loin. Au niveau de ces pores, la cuticule semble former par un léger épaississement de petits bourrelets circulaires.

Cette cuticule, prend, comme partout, naissance par épaississement de la paroi externe de l'épithélium sous-jacent.

Dans un travail récent[1], SAINT-LOUP admet que la cuticule prend naissance par le durcissement à l'eau du liquide sécrété par les glandes épidermiques. Nous ne saurions admettre cette manière de voir, car c'est précisément dans les régions du corps où les glandes manquent que la cuticule présente la plus grande épaisseur (face interne des ventouses). Et de plus, il est tel groupe, comme celui des Nématodes, qui, ne présentant pas trace de glandes épidermiques, a néanmoins une cuticule très développée. Enfin il est admis d'une façon absolument générale que partout et toujours la cuticule est produite par l'épithélium sous-jacent.

Un excellent moyen pour se procurer de grands lambeaux de cuticule, consiste à plonger pendant quelques heures dans l'eau pure une Pontobdelle préalablement durcie dans l'alcool. L'eau pénétrant par endosmose soulève la cuticule dans toute son étendue sous forme d'un fourreau qu'il est très facile de séparer de l'animal.

L'*épiderme* (fig. 2) est une couche épithéliale parfaitement caractérisée. Il est formé de cellules allongées, souvent claviformes et munies d'un gros noyau ovoïde.

De distance en distance, on aperçoit entre les cellules de l'épiderme de grosses glandes monocellulaires, en forme de bouteilles et pourvues d'un gros noyau. Elles sont remplies d'une substance granuleuse qui souvent refoule le noyau contre la paroi. Leur sécrétion est visqueuse, elle s'écoule au dehors par un petit canal qui, passant entre les cellules

1. *Recherches sur l'organisation des Hirudinées.* (*Ann. Sc. nat.*, 5e série, t. XVI, 1881.)

épidermiques, perce la cuticule au niveau des pores signalés plus haut. Cette sécrétion visqueuse sert à lubrifier le corps de l'animal.

Vues de champ (Pl. XII, fig. 4), les cellules épidermiques ne sont pas immédiatement accolées les unes aux autres et forment une sorte de mosaïque. Entre elles courent des traînées de pigment brun granuleux. Nous reviendrons plus loin sur la genèse et les propriétés de ce pigment. Contentons-nous d'ajouter que parfois ce pigment se localise pour former sur la face dorsale à droite et à gauche de la ligne médiane de larges taches brunes. Tel est le cas de la variété *picta* de l'espèce *verrucata*.

Sur des sections très fines on observe encore de-ci de-là entre les cellules épidermiques la coupe de très petits vaisseaux. Ces organes, que Ray Lankester[1] a figurés et décrits chez *Hirudo* sous le nom de *capillaires intra-épithéliaux,* paraissent ici extrêmement réduits et Bourne, qui en affirme l'existence, n'en figure pas.

Saint-Loup[2] avance dans son travail que les saillies du corps des Pontobdelles sont formées par l'accumulation en certains points de lamelles épithéliales. Cette assertion repose évidemment sur une observation défectueuse (peut-être l'examen d'une coupe très oblique ?) ; ici comme sur toute la surface du corps la couche épithéliale est simple, c'est-à-dire composée d'un seul rang de cellules.

L'épiderme tapisse encore la face interne des ventouses.

Le *derme* est la couche comprise entre l'épiderme et les muscles annulaires. Il est formé d'un tissu conjonctif dans lequel on distingue des traînées pigmentaires, des cellules à pigment en train de se rompre et aussi des cellules pigmentaires intactes. On y voit encore des vaisseaux sanguins et des muscles sous-épidermiques (fig. 19). Ceux-ci, surtout développés dans les *tubercules,* sont de deux ordres : les uns perpendiculaires au grand axe du corps et les autres obliques et s'entre-croisant. Ces derniers servent, à notre avis, à rendre le tubercule plus ou moins saillant, tandis que les premiers servent à le rétracter ; ce sont eux qui permettent à l'animal de devenir presque lisse dans certains cas, fait qui a induit en erreur plusieurs auteurs et leur a suggéré l'idée de faire dans ce cas une espèce spéciale. La *P. lævis* a été établie, croyons-nous, dans ces conditions.

L'examen de la figure 12 fera, mieux qu'une description, comprendre le rôle de ces deux sortes de muscles. Le tubercule, encore fort peu étudié, est constitué par une saillie du derme recouverte par l'épiderme et la cuticule.

Sa contractilité dépend de sa constitution, car le derme est la couche contractile par excellence.

1. *Observations on the microsc. Structure of Leech. Quart. of micr. Sc.*, t. XX, 1880.
2. *Loc. cit.*

Le tubercule présente encore de très nombreux vaisseaux souvent très larges.

Rôle des tubercules. — On a attribué à ces saillies dermiques les rôles les plus divers. Bibiena[1] y voyait des organes locomoteurs. Van Beneden et Hesse[2] admettaient que ces tubercules portaient de courtes soies et leur attribuaient aussi un rôle locomoteur. Cette manière de voir ne peut être admise pour cette double raison que 1° la progression des Pontobdelles s'effectue comme celle des autres hirudinées, par les ventouses, et que 2° les soies vues par Van Beneden n'ont jamais existé.

Pour nous, ces organes ont un rôle respiratoire. L'étude comparative du *Branchellion* et de la *Pontobdelle* nous a amené à considérer cette dernière comme l'ancêtre du premier. Les tubercules richement vascularisés sont les rudiments des branchies des Branchellions ; ces organes, répandus sur toute la surface du corps chez *Pontobdella,* se localisent chez *Branchellio* sur les côtés du corps. Les tubercules ont pour but, en augmentant considérablement la surface tégumentaire, de faciliter la respiration qui est ici purement cutanée.

2. — *Couches musculaires.*

Nous ne nous occuperons que du système musculaire tégumentaire, nous réservant d'étudier avec chaque système d'organes la musculature qui lui est propre.

La musculature de la Pontobdelle est très développée.

Son épaisseur dans la région moyenne du corps correspond à peu près au quart du rayon de celui-ci (fig. 22).

Elle comprend :

1° Une couche externe de fibres annulaires ;

2° Une couche moyenne de fibres entre-croisées ;

3° Une couche interne de fibres longitudinales ;

4° Un système de fibres dorso-ventrales.

Les deux premières couches ne présentent rien de particulier, elles sont à peu près d'égale épaisseur et intimement unies. Les muscles longitudinaux forment des faisceaux distincts au nombre de 40 à 50. L'un d'eux, plus développé que les autres et situé sur la ligne médiane ventrale (je le désigne par la lettre m), mérite d'attirer l'attention. C'est grâce à lui que l'animal fixé par sa ventouse postérieure peut enrouler en crosse toute la partie antérieure de son corps. Cette position, propre au genre, avait attiré l'attention de Vaillant qui la comparait à celle des fougères en préfoliation circinée, mais cet auteur n'en avait pas indiqué la cause.

1. *De hirudinibus sermones quinque.* Bonon. *Sc. et art. inst. et acad.*, t. VII, 1791.
2. *Loc. cit.*

Les divers auteurs qui se sont occupés des muscles dorso-ventraux ont négligé d'établir à leur sujet une distinction qui s'impose. On en observe en effet de deux ordres : 1° ceux qui existent de chaque côté de l'intestin que j'appelle *dorso-ventraux droits* et qui vont directement d'une face à l'autre ; 2° ceux qui occupent les côtés du corps et vont obliquement d'une face à l'autre en s'entre-croisant. Je les appelle muscles *dorso-ventraux obliques*.

Ce dispositif extrêmement net a échappé à Bourne, qui dans sa fig. 63[1] dessine tous les muscles dorso-ventraux parallèles entre eux.

La distinction en droits et obliques que nous avons établie pour ces muscles est d'autant plus intéressante qu'elle constitue une exception unique dans le groupe des Rhynchobdelles. Peut-être y a-t-il quelque rapport entre ce dispositif musculaire des Pontobdelles et la forme presque cylindrique de ces animaux ?

La musculature dorso-ventrale semble diviser le corps de notre Hirudinée en cinq chambres longitudinales nettement délimitées (fig. 22). — Ce sont : 1° une chambre médiane limitée par les muscles droits et renfermant l'intestin, les vaisseaux dorsal et ventral et la chaîne nerveuse ; 2° deux chambres intermédiaires limitées en dedans par les muscles droits et en dehors par les muscles obliques. Elles renferment les organes génitaux ;

3° Deux chambres externes limitées en dedans par les muscles obliques et en dehors par la musculature du corps. Elles contiennent les vaisseaux latéraux.

Ce sont ces mêmes muscles dorso-ventraux qui, formant de faux dissépiments, déterminent la métamérisation transversale du corps.

Les fibres qui composent le système musculaire que nous venons d'étudier sont blanches à reflet nacré. Elles comprennent une substance corticale enveloppant une substance axile. La substance corticale est épaisse, transparente et striée en long (fig. 5). La substance axile est granuleuse. Chaque fibre présente un corps fusiforme et un gros noyau avec nucléole. Sa longueur peut atteindre $2^{mm},5$.

Les fibres dorso-ventrales viennent se terminer sous la peau contre l'épiderme ; en ce point, leur extrémité devient multifide.

III. — Tissus de la cavité générale.

Lorsqu'on examine une section transversale pratiquée dans la région moyenne du corps (fig. 22), on reconnaît que l'espace compris entre les muscles et l'intestin est comblé par deux zones distinctes de tissus. La plus externe ou *couche pigmentaire* est fortement colorée, l'interne

1. *Loc. cit.*

ou *couche conjonctive* est anhyste. Aucun auteur n'avait jusqu'ici indiqué la netteté de la séparation de ces deux couches. Comme la première dérive de la deuxième, c'est celle-ci que nous étudierons d'abord.

1. — *Couche conjonctive.*

Vaillant[1], qui n'avait guère employé la méthode des coupes, admettait qu'il n'existait qu'une couche, la couche pigmentaire, et que seule elle comblait la cavité générale.

Saint-Loup[2] s'en occupe peu; Bourne[3] au contraire en fait une étude soignée.

Formée d'une substance fondamentale anhyste, cette couche est creusée de nombreuses lacunes sanguines. Elle renferme les éléments suivants (fig. 19) :

1° De petites cellules très nombreuses, souvent étirées en fibres courtes à deux ou plusieurs prolongements;

2° Des cellules arrondies de taille variable, à noyaux nets;

3° Des cellules dont le protoplasme est creusé de vacuoles;

4° Des cellules arrondies bourrées de globules graisseux (fig. 10);

5° De gros éléments arrondis remplis de granulations pigmentaires;

6° Des fibrilles élastiques très fines et fortement plissées en zigzag;

7° Des capillaires sanguins;

8° Des tubes excréteurs du rein.

Bourne[4] a fait une étude approfondie de ces formations. Nous avons contrôlé point par point les résultats de ses recherches, et nous avons acquis la conviction que sa manière de voir était exacte.

Nous ne pouvons nous dispenser de résumer en quelques mots sa belle théorie des métamorphoses histologiques, laquelle s'appuie sur de sérieuses observations. Au sein de la substance anhyste prennent naissance des cellules arrondies dites cellules indifférentes du tissu connectif. Ces cellules peuvent subir une des trois métamorphoses suivantes :

1° *Métamorphose endoplastique.* La cellule conserve sa forme. Son contenu seul change, ainsi se forment les cellules graisseuses et les cellules vacuolaires;

2° *Métamorphose ectoplastique.* La forme change, le contenu ne se modifie pas, de là les cellules à prolongements, les fibres élastiques, les capillaires, etc.

3° *Métamorphose ectendoplastique.* La forme se modifie en même temps que le contenu, de là les cellules pigmentaires.

1. *Loc. cit.*
2. *Loc. cit.*
3. *Loc. cit.*
4. *Loc. cit.*

2. — *Couche pigmentaire.*

Elle est uniquement formée de cellules pigmentaires. Elle a été désignée tour à tour sous les noms de *tunica villosa* par KUNTZMANN, de *panniculus adiposus* par KNOLZ, de foie par MOQUIN-TANDON et considérée par LEYDIG comme l'analogue des cellules graisseuses des insectes. BOURNE, qui n'indique pas la séparation si nette des deux couches conjonctives et pigmentaires, n'a pas non plus remarqué que la forme des cellules à pigment varie avec la région qu'elles occupent. En effet, tandis que dans le derme, celles de ces cellules qui sont intactes sont toujours arrondies, celles de la couche pigmentaire sous-musculaire (fig. 9) sont toujours piriformes et souvent munies d'un canal excréteur dirigé vers l'extérieur.

Nous ne partageons pas non plus sa manière de voir au sujet du mode d'évacuation des granules pigmentaires. Pour lui, la cellule ne se vide pas, elle subit une transformation ectoplastique pour devenir ramifiée. Le seul prolongement que nous ayons jamais observé est le court canal dont nous parlions plus haut (fig. 9.). Nous avons fréquemment rencontré dans le derme des cellules *intactes dans leur forme,* arrondies, *à moitié ou complètement vidées* (fig. 20-21). *Le pigment sort,* nous en avons la certitude, *par rupture de la paroi cellulaire;* il en sort comme un liquide visqueux et glisse entre les éléments des divers tissus qu'il traverse.

Quant à l'origine de ces cellules, deux théories sont en présence : celle de BOURNE, qui fait dériver les cellules pigmentaires de la couche conjonctive par métamorphose ectendoplastique, et celle de SAINT-LOUP, qui admet que ce sont des cellules détachées de l'intestin. Nous nous rallions à la première, n'ayant jamais vu le moindre rapport entre ces cellules et l'intestin.

Les granulations pigmentaires sont de petite taille et de couleur brun foncé. Le pigment est soluble dans l'alcool qu'il colore en vert sombre. Tous les réactifs énergiques, acides ou alcalis, communiquent au pigment une coloration verte.

Lorsqu'on ouvre une Pontobdelle sous l'alcool fort, on distingue sur les parois de la cavité générale un revêtement formé de corpuscules blancs et verts. Ceux-ci sont des cellules à pigment, ceux-là des cellules graisseuses (fig. 10).

Nous avons vu que le pigment pénètre entre les interstices des cellules épidermiques; il y produit la mosaïque signalée plus haut (fig. 4).

3. — *Glandes diverses.*

Elles sont de trois ordres :

1° Les *glandes salivaires* dont nous nous occuperons lorsque nous parlerons de la trompe.

2° Les *glandes clitelliennes,* assez volumineuses et faciles à distinguer des précédentes par leur contenu plus clair. Leurs canaux excréteurs se dirigent vers la peau en traversant les muscles. On observe sur les coupes transversales de cette région, au sein des faisceaux de muscles longitudinaux, des amas granuleux qui ne sont autre chose que des coupes des canaux de ces glandes du vitellum (fig. 22).

3° Les *glandes périrectales.* Nous désignons sous ce nom des glandes non encore signalées et cependant très nettes. Elles sont volumineuses et occupent la région du corps correspondant au rectum (fig. 37). Sur une coupe de cette région, elles apparaissent nettement et semblent se substituer à la couche pigmentaire qui est très amincie en ce point. Ces glandes sont piriformes, à long canal excréteur dirigé vers l'extérieur. Leur contenu est granuleux, dense, et masque un noyau de petite taille.

IV. — **Ventouses.**

La *ventouse orale,* très volumineuse par rapport aux dimensions du cou, a la forme d'une coupe très concave et à ouverture elliptique (fig. 13-16). Le cou s'insère sur sa face convexe un peu au-dessous du sommet de celle-ci. Cette ventouse présente un corps très résistant, bordé d'une lame de tissu plus mou. Sur cette lame se remarquent, de chaque côté, trois petites saillies arrondies désignées par Moquin sous le nom de *tubercules buccaux.* Savigny[1] considérait ces saillies comme visuelles. Dans la figure 12 de sa planche I, Moquin a exagéré le volume de ces organes et indiqué leur point d'insertion plus haut qu'il n'est en réalité.

La face externe de la ventouse est comme chagrinée, sa face interne représente, suivant la pittoresque expression de Delle-Chiaje, « *una specie di copetta cartilaginea* ». Cette petite coupe se termine au niveau de la partie molle par un bord festonné. C'est à tort que Vaillant conteste l'existence de ce dispositif. L'étude de cette ventouse n'a jamais été faite.

Saint-Loup, qui l'a tentée, n'est arrivé qu'à des résultats insignifiants. L'emploi de la méthode des coupes nous a permis d'en déterminer la structure.

1. *Système des Annélides*, 1820.

Le *corps* de la ventouse nous présente de dehors en dedans (fig. 1) : une cuticule, un épiderme criblé de glandes monocellulaires volumineuses, un derme peu épais renfermant tous les éléments signalés plus haut, une mince couche de fibres longitudinales. Cette série de couches qui forment la paroi externe de la ventouse, se retrouve dans le même ordre à la face interne, avec cette différence que l'épiderme y est dépourvu de glandes et la cuticule plus épaisse.

Des faisceaux de fibres rayonnantes relient l'une à l'autre les deux parois de la ventouse. Ces faisceaux renflés en leur milieu se touchent par cette région.

De part et d'autre de cette portion renflée et entre les branches d'attache de ces muscles radiaires, s'observent des faisceaux annulaires plus développés vers la face externe. Un renforcement musculaire R forme au-dessous du bord mou, sur la face interne, une lèvre saillante.

Un cordon nerveux issu du cerveau traverse la partie moyenne de la ventouse ; on distingue sur son parcours de grosses cellules nerveuses unipolaires.

Une lacune sanguine occupe la partie supérieure.

La *partie molle,* que Saint-Loup considère et figure comme formée de tissu amorphe, présente une texture fort complexe (fig. 37). Les deux faces sont formées d'épiderme revêtu d'une cuticule. Les cellules épidermiques, plus petites et plus serrées à la face interne, ne renferment de glandes monocellulaires qu'à la face externe. Un vaste sinus sanguin occupe la région moyenne. Trois ou quatre faisceaux annulaires s'observent à la partie inféro-interne. Les filets nerveux du corps de la ventouse s'épanouissent ici en fibrilles terminées chacune par une cellule nerveuse unipolaire. Enfin, au sein du tissu conjonctif qui remplit l'espace compris entre les deux parois, on observe encore de-ci de-là de grosses cellules à noyaux volumineux.

Chacun des six mamelons qui garnissent le bord mou comprend un revêtement épidermique richement glandulaire. Ils sont essentiellement formés de tissu conjonctif avec cellules nerveuses très abondantes et cellules à pigment. Cette structure justifie, dans une certaine mesure, l'opinion de Savigny, qui considérait ces tubercules buccaux comme des yeux.

La *ventouse postérieure,* plus largement insérée que la précédente, est plus cylindrique et plus courte. Elle présente la même structure, (fig. 6, 17).

V. — Appareil digestif.

Le tube digestif s'étend en droite ligne d'une extrémité du corps à l'autre (fig. 32).

La *bouche,* très petite, est située au fond de la ventouse orale ; l'*anus,* plus grand, est placé sur la face dorsale de l'antépénultième anneau du corps.

On distingue dans le tube digestif trois parties :

1° La trompe ; 2° l'estomac ; 3° l'intestin.

1. *Trompe* (fig. 23, 24, 25). — *Pontobdella* est complètement dépourvue d'organes ou de rudiments d'organes masticateurs. Elle possède la trompe caractéristique des Rhynchobdelles. Cette trompe, de couleur blanche, tranche nettement sur les tissus environnants. Elle est de forme cylindro-conique, son extrémité antérieure est coupée obliquement. Elle se meut dans une gaîne épithéliale et peut faire saillie au dehors, grâce aux muscles qui lui sont annexés. Ces muscles, dont aucun auteur n'avait jusqu'ici signalé ni le nombre, ni la position, sont de deux ordres : muscles protracteurs et muscles rétracteurs (fig. 25).

Les *muscles rétracteurs* sont au nombre de quatre : deux dorsaux et deux ventraux. Ils s'insèrent, d'une part, à la base de la trompe et, d'autre part, aux parois du corps en se reliant à la musculature longitudinale. Les rétracteurs dorsaux sont plus développés que les rétracteurs ventraux.

Les *muscles protracteurs* sont au nombre de deux. Ils sont ventraux et s'insèrent, d'une part, à la base de la trompe et, d'autre part, à la face ventrale vers le niveau d'insertion de la ventouse orale sur le cou.

Une section transversale de la trompe montre de dehors en dedans (fig. 23, 24) :

1° Une *couche cuticulo-épithéliale* à éléments peu distincts, dans laquelle il ne nous a jamais été possible d'observer les éléments épithéliaux que Bourne décrit et figure ;

2° Une couche de *fibres longitudinales externes,* logées entre les branches d'insertion des muscles radiaires ;

3° Des *muscles radiaires* très développés, reliant entre elles la face externe et la face interne de la trompe ;

4° Une zone épaisse de muscles annulaires ;

5° Extérieurement par rapport à la zone annulaire, et entre les fibres radiaires, des amas de canaux excréteurs des glandes salivaires ;

6° Du côté interne de la zone annulaire, et entre les fibres radiaires, de forts faisceaux de muscles longitudinaux ;

7° Une paroi interne épithéliale recouverte d'une très mince cuticule.

La lumière de la trompe est triangulaire et la trompe est orientée de telle façon que l'un des côtés du triangle soit parallèle au plan ventral.

La trompe est parcourue par quatre vaisseaux sanguins placés symétriquement à droite et à gauche du plan de symétrie dont la trace est indiquée dans notre figure 24 par la ligne *xy*. Ces vaisseaux sont placés en dehors de l'anneau de muscles circulaires.

L'organe que nous venons de décrire correspond *physiologiquement* au pharynx des *Turbellariés* et à l'œsophage des *Néphélis*. Il en a la structure.

Quant au fonctionnement, nous avons ici quelque chose de comparable à ce que décrit le Dr Hallez à propos du pharynx de *Prostomum lineare*[1]. La trompe joue le rôle d'une pompe aspirante et foulante. L'extrémité antérieure est amenée par les muscles protracteurs au contact du corps nourricier sur lequel est déjà collée la ventouse. La contraction des muscles radiaires augmentant le volume de la cavité, y forme un vide partiel qui fait pénétrer le liquide nutritif ; puis les muscles annulaires se contractent de proche en proche et refoulent le sang aspiré dans les divisions suivantes du tube digestif.

La face d'aspiration de la trompe doit être très grande, car la quantité de sang ingérée est si considérable que le corps entier en est distendu. — Le sang est pour ainsi dire sous pression dans le tube digestif, une légère piqûre de la paroi intestinale en fait sortir un jet notable.

Lorsque la trompe fait saillie à l'extérieur par la bouche, elle présente une légère courbure vers la face dorsale. Vaillant[2], qui a signalé ce fait, ne l'a pas expliqué. Il est dû, suivant nous, au plus grand développement des rétracteurs dorsaux.

La trompe traverse la masse nerveuse antérieure.

Toute la région de la trompe est garnie, comme nous l'avons vu, de *glandes salivaires*. Celles-ci sont des sphérules de $0^{mm},25$ de diamètre munies d'un long canal excréteur.

Tous les canaux courent parallèlement les uns aux autres dans la paroi de la trompe et s'ouvrent vers son extrémité antérieure. Les glandes salivaires sont bourrées d'une sécrétion granuleuse opaque. Elles présentent un gros noyau (fig. 26).

La seconde portion du tube digestif ou *estomac* comprend deux parties : l'une un peu plus longue (estomac proprement dit) s'étend depuis la base de la trompe jusqu'au niveau de l'insertion de la troisième portion ou intestin ; l'autre, véritable *cæcum pylorique*, s'étend de ce dernier point jusqu'à l'extrémité postérieure du corps. Gratiolet et après lui Vaillant désignaient ces deux parties sous le nom unique d'*ingluvies*.

1. *Archives de zoologie expérimentale*, t. II, p. 537. 1873.
2. *Loc. cit.*

Toute cette région du tube digestif est divisée en chambres par des cloisons peu étudiées jusqu'ici. Une étude attentive nous a fait reconnaître trois ordres de cloisons (fig. 27, 28, 29, 30). Ce sont :

1° *Les cloisons principales,* véritables diaphragmes circulaires, percées d'une petite ouverture. Celle-ci, légèrement excentrique, est toujours située plus près de la face ventrale que de la face dorsale ;

2° *Les cloisons secondaires,* percées d'une grande ouverture et incomplètes ventralement ;

3° *Les fausses cloisons,* plus réduites encore que les précédentes.

Les cloisons principales, au nombre de neuf, divisent l'estomac proprement dit en neuf chambres successives. La première et la seconde chambre sont simples ; les sept suivantes sont divisées chacune en trois autres par deux cloisons secondaires.

Dans le cœcum, quatre cloisons secondaires limitent cinq chambres divisées chacune en trois par deux fausses cloisons.

De la sorte, l'estomac (cœcum compris) est divisé en trente-huit chambres. Ce dispositif a un but évident : il multiplie la surface digérante proportionnellement à la masse nutritive ingérée.

Chaque cloison est constituée (fig. 31) par une lame de muscles radiaires revêtue sur ses deux faces d'épithélium digestif. Celui-ci continue à leur surface les saillies qu'il forme sur les parois des chambres.

Au point de vue histologique, l'estomac et le cœcum présentent une structure analogue (fig. 33, 35). Un épithélium à cellules allongées avec légère cuticule tapisse la face interne de ces organes, mais tandis que dans le cœcum cet épithélium forme une simple lame continue, il s'invagine dans le cœcum de façon à former des replis très nombreux.

Une lame de fibres musculaires longitudinales entoure la muqueuse et l'accompagne dans tous ses replis. Cette lame, très mince, ne comprend qu'un seul rang de fibres.

Elle est entourée d'une couche de fibres circulaires assez développée. La présence de ce revêtement musculaire nous permet d'affirmer qu'à ce point de vue du moins, les Hirudinées s'écartent des Vers plats. Cette particularité anatomique a échappé au Dr LANG [1], qui admet que cette musculature fait défaut et voit dans ce fait une preuve de plus à l'appui de sa théorie de la parenté des Hirudinées avec les *Platyelmia.*

Lorsqu'on étale la muqueuse et qu'on l'observe de face, on y remarque, dans l'estomac proprement dit, des lignes saillantes, blanchâtres, parallèles entre elles et fortement plissées en zigzag. La muqueuse du cœcum présente au contraire une surface lisse.

1. *Relations des Platyelmes avec les Cœlentérés d'une part et les Hirudinées de l'autre.* (*Arch. de Biologie* de van Beneden et van Bambecke, 1881.)

Nous avons fréquemment observé sur des coupes de la région stomacale des faisceaux musculaires s'entre-croisant au-dessus et au-dessous de l'estomac et serrant l'organe comme le ferait un nœud coulant (fig. 34).

La troisième portion du tube digestif, l'*intestin*, s'insère dorsalement sur l'estomac au point de réunion de ce dernier avec le cœcum. Il se distingue à première vue par sa coloration plus claire et sa largeur moindre (environ 1/3 de celle du cœcum). L'intestin comprend deux parties. La première ou intestin proprement dit, beaucoup plus longue que la seconde, porte latéralement trois paires de cœcums mamelonnés (fig. 32), dont la première est placée au niveau de l'insertion de cet organe sur l'estomac et donne à cette partie l'aspect d'une fourche.

La seconde partie ou rectum est piriforme à grosse extrémité dirigée en avant. En arrière, elle s'étire pour se terminer à l'anus. Ces deux parties diffèrent aussi l'une de l'autre par la disposition de la muqueuse. Celle-ci est aérolée dans l'intestin, lisse dans le rectum (fig. 33, 35, 36).

Au point de vue histologique, la structure est analogue à celle que nous avons observée dans la seconde portion. Toutefois, l'épithélium est plus plissé dans l'intestin, surtout dans les cœcums, où il forme de véritables acini glanduaires. Dans le rectum, l'épithélium n'est pas plissé. L'intestin proprement dit est entouré de nombreux petits vaisseaux, c'est en ce point que doit s'opérer l'absorption.

Les dénominations d'estomac et d'intestin que nous avons adoptées ci-dessus sont purement morphologiques, car le véritable estomac physiologique est l'intestin proprement dit. C'est là que le sang de la Raie est digéré et rendu assimilable. Dans l'estomac et dans le cœcum, le sang est emmagasiné et fort peu modifié, on y reconnaît encore les globules elliptiques.

Institut zoologique de Lille, juill. 1886.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII.

Légende générale.

An., Anus.
B., Bouche.
C., Cœcum.
cap., capillaire sanguin.
c. n., cellule nerveuse.
c. p., cellule conjonctive indifférente.
c. pt., cellule pigmentaire.
cu., cuticule.
d., derme.
ép., épiderme.
épth., cellules épithéliales.
est., estomac.
f. n., fibre nerveuse.
gl. m., glande monocellulaire épidermique.
gl. s., glande salivaire.
I., Intestin.
l. s, lacune sanguine.
m. c., muscles circulaires.
m. cr., muscles en cravate.
m. dv. d., muscles dorso-ventraux droits.
m. dv. o., muscles dorso-ventraux obliques.
m. l., muscles longitudinaux.
m. o., muscles obliques.
m. pr., muscles protracteurs de la trompe.

m. r., muscles radiaires.
mr. tr., muscles rétracteurs de la trompe.
M., Masse musculaire ventrale.
N., Nerf.
pt., pigment.
R., rectum.
S. N., Système nerveux.
tr., trompe.
V. D., Vaisseau dorsal.
V. L., Vaisseau latéral.
V. V., Vaisseau ventral.

Téguments. — Ventouses. — Tissus de la cavité générale.

Fig. 1. — Coupe longitudinale de la portion dure de la ventouse orale.
Fig. 2. — Coupe de la peau.
Fig. 3. — Coupe longitudinale du bord mou de la ventouse orale.
Fig. 4. — Épiderme vu de face.
Fig. 5. — Coupes transversales de muscles.
Fig. 6. — Portion d'une coupe transversale de la ventouse postérieure.
Fig. 7. — Coupe transversale du bord mou de la ventouse orale.
Fig. 8. — Cellule pigmentaire rompue.
Fig. 9. — Cellule pigmentaire de la zone sous-musculaire.
Fig. 10. — Cellules graisseuses.
Fig. 11. — Cellules pigmentaires traitées par un acide : la portion centrale paraît vert foncé, le bord jaune verdâtre.
Fig. 12. — Coupe transversale d'un tubercule.
Fig. 13. — Ventouse orale de profil *p. d.*, partie dure, *p. m.*, partie molle.
Fig. 14. — Ventouse orale de profil en coupe.
Fig. 15. — Ventouse orale face dorsale.
Fig. 16. — Ventouse orale face ventrale.
Fig. 17. — Ventouse postérieure.
Fig. 18. — La peau ; *tu.*, tubercules ; *m.*, mamelons cutanés.
Fig. 19. — Bord d'une coupe longitudinale de tubercule.
Fig. 20 et 21. — Cellules pigmentaires en partie vidées.
Fig. 22. — Moitié d'une coupe transversale de la région moyenne destinée à montrer la musculature et la zone pigmentaire.

Appareil digestif.

Fig. 23. — Portion très grossie d'une section transversate de la trompe.
Fig. 24. — Section transversale d'ensemble de la trompe.
Fig. 25. — La trompe et ses muscles.
Fig. 26. — Section d'une glande salivaire.
Fig. 27. — Cloison principale intestinale.
Fig. 28. — Cloison secondaire intestinale.
Fig. 29. — Fausse cloison intestinale.
Fig. 30. — Section longitudinale d'une chambre intestinale.
Fig. 31. — Structure des cloisons.
Fig. 32. — Le tube digestif et ses cloisons.
Fig. 33. — Coupe transversale de l'estomac.
Fig. 34. — Coupe transversale de l'estomac au niveau d'un muscle en cravate.
Fig. 35. — Coupe transversale de l'intestin, de ses culs-de-sacs et du cœcum.
Fig. 36. — Coupe transversale passant par le rectum et l'anus.
Fig. 37. — Glande périrectale.

M. Joseph SCHMITT

Préparateur au laboratoire de zoologie de la Faculté des sciences de Dijon.

RECHERCHES SUR L'ACTION DE LA NICOTINE CHEZ LES ÉTOILES DE MER[1]

— Séance du 18 août 1886. —

La physiologie des Échinodermes a été peu étudiée jusqu'ici. D'intéressantes expériences ont toutefois été faites par Vulpian, Steiner, Ch. Martins sur les animaux de cet embranchement et, plus récemment

1. Travail fait au laboratoire de physiologie de Concarneau.

par Romanes. Le physiologiste anglais a étudié chez les Astéries en particulier, outre les mouvements naturels, les effets de la section et de l'excitation des nerfs. Il ne s'est point occupé de l'action de la nicotine chez ces animaux et, dans son intéressant travail sur la physiologie des Méduses et des Échinodermes, il n'a consacré que quelques pages à l'action de ce poison chez les *Sarsia* et les *Tiaropsis*. Il a vu que, sous l'influence d'une solution aqueuse de nicotine, les tentacules et le manubrium de ces Méduses se rétractaient assez vite au dernier point, tandis que la contractilité et l'irritabilité du corps ne disparaissaient qu'en dernier lieu. Les actions de cet alcaloïde du tabac sur les Étoiles de mer feront l'objet de la présente communication.

Une série de tâtonnements m'a fourni la solution appropriée à chaque animal suivant sa grosseur et son espèce, car, bien qu'agissant à des doses très faibles, si cette solution est trop diluée, elle agit si peu et si lentement que son action devient difficilement appréciable, et si, au contraire, elle est trop concentrée, l'animal paraît foudroyé et le processus de la mort sous l'influence de ce poison est trop rapide pour pouvoir être bien suivi.

La nicotine a, comme l'on devait s'y attendre, produit des effets différents suivant qu'elle a été introduite dans ce qu'on nomme la cavité générale, ou dans le système ambulacraire, ou bien dans le tube digestif.

1re *Expérience.* — On s'est contenté, pour étudier son action dans le milieu extérieur, de placer quelques grammes de tabac dans un petit sac de toile flottant à la surface d'un cristallisoir rempli d'eau de mer et dans lequel on avait mis une *Asterias glacialis*. Dans ce cas, on voit au bout de quelques minutes des traînées de tabac dissous gagner lentement le fond. Dès qu'elles arrivent au voisinage de l'Astérie, celle-ci s'éloigne rapidement et gagne un endroit du récipient où l'eau est encore normale. Mais, peu à peu, le dépôt augmente au-dessous du sac, et agite-t-on alors tout le liquide, l'animal se trouve du coup en contact par toute sa surface avec la solution de nicotine et rétracte immédiatement ses pieds ambulacraires. A ce moment, probablement par une poussée du liquide de la cavité générale, une partie de l'estomac fait hernie au dehors par l'orifice buccal qui s'est légèrement distendu. Cette délicate membrane stomacale a gardé toute sa sensibilité, et si on la touche, l'Astérie, ne pouvant la rentrer ainsi gonflée avec assez de rapidité par l'étroit orifice, la crève en la contractant et, aussitôt dégonflée, la membrane repasse aisément et vite par la bouche. L'animal ne fait dès lors plus aucun mouvement, et le thermocautère promené à différents endroits sur le test ne produit pas le moindre tressaillement. Il n'est maintenant plus possible de rappeler le sujet à la vie; il ne reste plus que la vie partielle des tissus qui ira en s'affaiblissant jusqu'à la mort de tous les éléments. C'est ainsi que s'explique comment, cinq heures après, alors que l'animal placé dans un milieu convenable ne pourra ni revivre ni même manifester le moindre mouvement, les pédicellaires aient pu conserver leur sensibilité et se fermer au contact d'un corps étranger.

Je dirai à ce propos que j'ai gardé dans une assiette où l'eau de mer était renouvelée tous les trois jours, des pédicellaires détachés d'un test d'*Asterias glacialis,* qui ont vécu dans cet état pendant dix jours, se comportant sensiblement comme avant leur séparation.

2e *Expérience.* — Deux *Asterias rubens* de moyenne grandeur soumises au même traitement que l'Étoile de mer de la précédente expérience, n'ont pas présenté des différences notables. Au contact du poison sur le corps de l'animal, l'estomac fait rapidement hernie, en même temps que l'anus, qui jusque-là était invisible, devient saillant au dehors et se voit dès lors avec netteté. Tous les pieds ambulacraires se sont rétractés et les Astéries conservent pendant quelque temps encore des mouvements sur place produits par la musculature de la paroi du corps les amenant lentement en emprosthotonos.

3e *Expérience.* — Une solution appropriée de nicotine dans l'eau de mer est injectée dans la cavité générale par l'extrémité d'un bras d'une *Asterias rubens* de moyenne grandeur. Ce bras se gonfle et les pieds ambulacraires des bras voisins se distendent et s'agitent vivement. Je ne saurais mieux comparer l'effet de la propagation du poison à la traînée de poudre qu'on enflamme. Les mouvements d'agitation et d'extension des pieds ambulacraires se produisent progressivement en partant du bras injecté pour atteindre le disque et s'irradier de là jusqu'à l'extrémité des autres bras. Cette propagation se fait en moins d'une demi-minute et, au bout de ce temps, si l'on coupe à son extrémité un bras quelconque, on voit jaillir immédiatement l'injection, quand on a eu soin de la colorer avec une matière inoffensive. La période d'excitation des pieds ambulacraires est très courte, et elle décroît rapidement alors que la phase d'opisthotonos est déjà commencée. Dans cette période, les bras se retournent lentement en arrière et arrivent à la position représentée par la figure 1. Ces mouvements se produisent sans que l'animal change de place; le bras injecté demeure immobile. Ce renversement en arrière arrive souvent au bout de cinq minutes à un maximum (fig. 1), puis les bras se déroulent et l'animal repasse par sa position primitive pour se mettre en emprosthotonos où il reste jusqu'à la mort complète pour se dérouler de nouveau. Sur certaines *Asterias rubens,* les deux mouvements d'opisthotonos et d'emprosthotonos se sont produits en huit minutes, ce qui me semble un minimum.

Dans cette expérience il y a eu, comme il se présente le plus fréquemment dans les expériences analogues, une hernie au dehors de l'estomac et du rectum avec rejet par la bouche d'aliments en voie de digestion et expulsion brusque des excréments par l'anus.

4e *Expérience.* — L'injection de la solution appropriée de nicotine dans les canaux ambulacraires produit beaucoup plus rapidement l'arrêt complet des mouvements que par le procédé précédent. Cela se conçoit aisément quand on songe que ces canaux sont en rapport du côté central avec les nerfs du sillon ambulacraire et l'anneau nerveux qui sont les principaux organes d'innervation des Astéries et principalement de l'innervation locomotrice. Un *Asterias violaceus* et un *Asterias glacialis* injectés de cette façon se sont trouvés, après une légère agitation, immobilisés en quelques secondes.

Leur estomac n'est point dévaginé; leur rectum présente une légère saillie à l'extérieur. Un certain nombre de pieds ambulacraires sont devenus rigides, en extension forcée. L'examen des branchies dermiques montre que le mouvement

du liquide dans la cavité générale est arrêté et qu'il y a formation de petits amas d'éléments figurés de cette cavité qui deviennent bien visibles à l'œil nu.

Sur d'autres animaux, l'agitation du début a quelquefois eu une durée plus longue.

J'ai pu constater souvent avec des solutions de nicotine colorées au bleu de Poirier qu'une petite partie de l'injection ressortait presque aussitôt par la plaque madréporique.

Il résulte de ces différentes observations que, sous l'influence de la nicotine, les organes locomoteurs et préhensiles, c'est-à-dire, les pieds ambulacraires dépendant du système vasculaire aquifère, sont les premiers atteints. On peut rapprocher ces faits de ce que Romanes a cons-

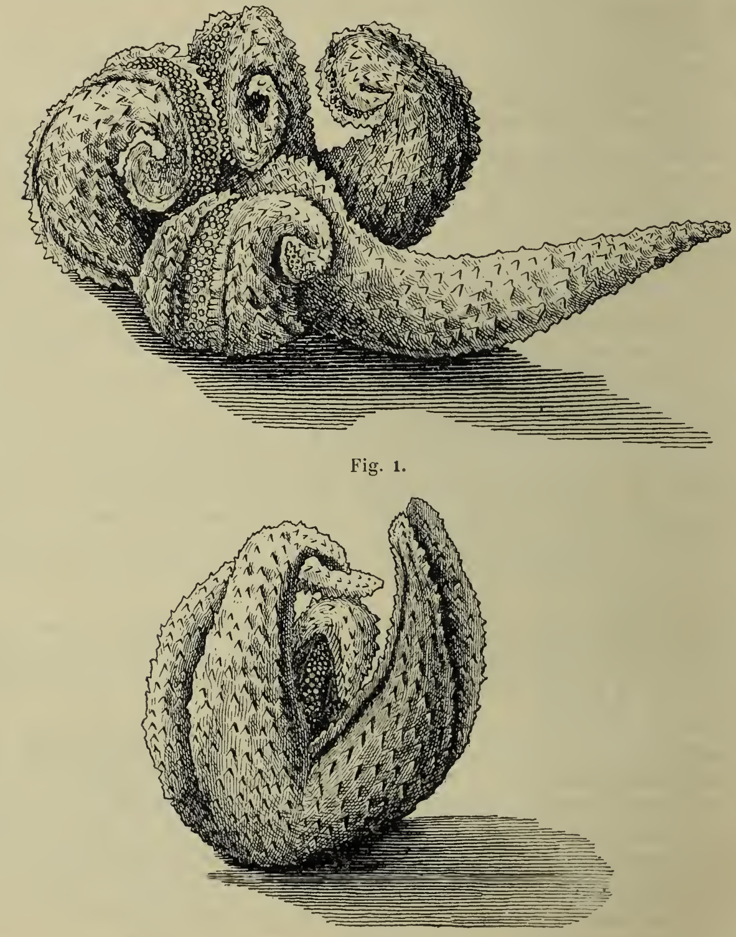


Fig. 1.

Fig. 2.

taté chez les Méduses où les tentacules, organes préhensiles, sont violemment rétractés par l'action de cet alcaloïde. De plus, comme chez les

Méduses également, la contractilité du corps disparaît en dernier lieu. C'est à cela que l'on doit l'emprosthotonos et l'opisthotonos (fig. 1 et 2). Enfin, quand l'action de la nicotine est suffisamment lente, on constate une dévagination de l'estomac et du rectum, puis le rejet des aliments et des excréments et, si les organes génitaux sont à maturité, l'expulsion de leurs produits. C'est ainsi que, dans plusieurs expériences faites l'an passé au mois de juin, j'ai eu maintes occasions d'observer cette expulsion. Je n'ai pu récemment obtenir ces derniers résultats, car à cette époque de l'année l'activité sexuelle des Étoiles de mer touche à sa fin. Cependant, au commencement d'août, chez une *Asterias glacialis* qui avait encore quelques-uns des diverticules de ses testicules remplis de sperme, l'émission s'est produite par l'injection de nicotine dans la cavité générale.

5e *Expérience.* Qu'on me permette à propos de cette expulsion des produits de la génération sous l'influence de la nicotine, de rapporter une expérience faite à une époque moins tardive de l'année dernière.

Une *Asterias glacialis* mise dans les conditions de la première expérience de cette communication, laissa, dès que les premiers symptômes des troubles nerveux apparurent, sortir du côté dorsal, dans les espaces qui forment un angle rentrant entre les bras, de petites masses blanchâtres brillantes qui grossissaient à vue d'œil. C'était un écoulement de sperme, comme le démontra l'examen microscopique. Il y avait pour chaque angle deux orifices se regardant qui étaient rendus visibles par la sortie de la liqueur séminale et correspondaient chacun à un testicule.

L'animal adhérait fortement par ses pieds ambulacraires rétractés dans une sorte de tétanos aux parois verticales du cristallisoir. Les masses blanchâtres qui s'augmentaient incessamment se mirent bientôt à couler vers le fond du vase en formant dix colonnes d'un millimètre de diamètre, dont la base s'écrasait au contact du verre.

L'écoulement de sperme se continua pendant dix minutes avec cette force, puis les colonnes diminuèrent de diamètre et d'opacité pour arriver à n'être plus, au bout de vingt-cinq minutes, qu'un mince filet blanc qui allait toujours en s'atténuant et cessa complètement quelques minutes après. Le fond du récipient qui avait deux décimètres de diamètre était, à ce moment, couvert d'un dépôt de sperme mêlé d'eau de mer qui formait une couche de deux millimètres de hauteur en moyenne.

Je laisserai aujourd'hui de côté l'exposé des injections faites dans le tube digestif, car des ruptures de l'estomac qui se sont plusieurs fois produites jointes à certaines difficultés résultant surtout de la sortie par l'orifice buccal de la solution qui agit alors également à l'extérieur,

nécessitent de nouvelles expériences. Du reste, je ne dois pas grossir davantage une telle communication, et de nouvelles observations ainsi que l'examen critique des variations que j'ai parfois constatées sous diverses causes dans des Astéries différentes seront exposées dans un travail ultérieur.

M. VIGNAL

à Paris.

SUR LES ÉLÉMENTS DU LIQUIDE DE LA CAVITE GÉNÉRALE DES SIPONCLES (SIPUNCULUS NUDUS)[1]

— Séance du 18 août 1886. —

Le liquide de la cavité des siponcles contient, outre les ovules, les spermatozoïdes et des parasites infusoires qui peuvent être absents, deux espèces de corpuscules : les premiers, les plus nombreux, s'élevant en moyenne à 75,000 par millimètre cube, sont des corpuscules ayant généralement la forme d'un disque, présentant une légère dépression au centre, c'est-à-dire, ayant presque la forme des globules sanguins des mammifères, mais cette forme présente de nombreuses variations, grâce surtout à la facilité avec laquelle ils se déforment, car leur consistance est assez molle. Cependant les formes qu'ils présentent ne sont pas toutes dues à la déformation, assez souvent on en rencontre ayant la forme d'un citron. Ces corpuscules mesurant en moyenne 16μ de large, sont très réfringents, incolores au microscope (quoiqu'en masse le sang présente une couleur lie de vin assez marquée) ; ils sont entourés d'une membrane assez résistante renfermant un protoplasma homogène, dans lequel on voit par corpuscule une ou deux granulations très réfringentes. Ce protoplasma renferme aussi un noyau sphérique, invisible sur les corpuscules vivants, mais apparaissant aussitôt que les corpuscules meurent par une cause quelconque. La membrane d'enveloppe de ces corpuscules est très résistante, quoique élastique, jamais elle n'éclate lorsqu'on ajoute au liquide de la cavité générale un liquide moins dense, le protoplasma qu'elle contient se résout alors en granulations assez volumineuses, qui sont douées d'un mouvement brownien. Cette membrane est assez solide pour ne pas permettre aux corpuscules de se souder les uns aux autres. Quelquefois on rencon-

1. Travail fait au laboratoire de physiologie de Concarneau.

tre des siponcles qui renferment dans les corpuscules un corps particulier, c'est surtout sur ce point que je désire attirer l'attention; ce corps mesure environ la moitié de la longueur du corpuscule, a la forme d'un double cône, se trouve toujours situé dans le protoplasma en dehors du noyau et me paraît être de nature cristalline, cependant je ne puis encore rien affirmer sur sa nature, je me bornerai à dire qu'il est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.

Les seconds corpuscules, au nombre d'environ 9,400 par millimètre cube, ont un volume moitié moindre que les premiers, sont très granuleux et possèdent tous les caractères des corpuscules lymphatiques. (Mouvements amiboïdes, faculté d'absorber de petites particules solides, etc.).

Le liquide de la cavité générale des siponcles qui renferme beaucoup de chlorure de sodium, n'est pas de l'eau de mer ordinaire comme on l'a prétendu, car il renferme une substance albuminoïde coagulable par la chaleur, possède deux espèces de corpuscules et non pas une seule, comme Vogt et Yung le disent dans leur *Traité d'Anatomie comparée,* car les corpuscules granuleux ne sont nullement des *corpuscules en voie de régression,* mais des corpuscules lymphatiques.

Les premiers de ces corpuscules ou corpuscules homogènes présentent des caractères spéciaux qui les font se rapprocher des corpuscules des vertébrés inférieurs (Leptocéphales).

M. FABRE-DOMERGUE

SUR L'INFUSOIRE PARASITE DE LA CAVITÉ GÉNÉRALE DU SIPUNCULUS NUDUS. — POMPHOLYXIA N. G. SIPUNCULI N. SP[1].

— Séance du 18 août 1886. —

Lorsque l'on examine le liquide qui jaillit de la cavité générale d'un Siponcle, l'on y trouve des produits sexuels, des éléments du sang et des corps mobiles, vésiculeux, signalés et décrits par les auteurs sous le nom de corps en forme d'urne. Les uns ont considéré ces organismes comme des cellules épithéliales détachées d'une partie quelconque du corps de l'animal, les autres ont vu là des infusoires parasites de la cavité générale.

La première opinion qui est celle de Brandt et de Ray-Lankester

1. Travail fait au laboratoire de zoologie maritime de Concarneau.

n'est basée que sur une observation encore incomplète du savant anglais, observation que n'ont point confirmée d'ailleurs les dernières recherches de Carl Vogt et de Young. De plus, ces cellules errantes seraient évidemment des cellules en voie de dégénérescence, tandis que l'on peut constater facilement qu'elles se nourrissent, se reproduisent et agissent à l'égard des réactifs exactement comme des infusoires ciliés. J'ajouterai enfin que leur présence dans l'intérieur de leur hôte, bien que très fréquente, fait parfois défaut ainsi que le remarque Carl Vogt et ainsi que j'ai pu moi-même le constater, ce qui semble bien démontrer que ce sont là des éléments étrangers dont l'animal peut se passer sans aucun inconvénient.

Il me paraît donc plus rationnel de se rallier à la seconde opinion qui consiste à considérer ces organismes comme des infusoires parasites fort modifiés d'ailleurs par les conditions spéciales du milieu dans lequel ils vivent. Leur forme anormale qui ne se rapproche d'aucune autre connue, doit constituer un genre nouveau auquel je propose de donner le nom de *Pompholyxia* — de Πομφολυχ, ampoule — et j'appellerai *Pompholyxia Sipunculi,* le parasite du siponcle.

Les dimensions des individus varient entre 0 m/m,050 et 0 m/m,070 de longueur. La forme la plus grande est de beaucoup la plus nombreuse, ce qui provient de la reproduction très lente de cette espèce.

Le *P. Sipunculi* se présente à nous sous la forme d'un petit ballon ovoïde ou, pour employer la comparaison des auteurs qui l'ont décrit, d'une urne parfaitement transparente, à l'exception de l'ouverture qui est plus opaque et constitue le corps protoplasmique de l'organisme; je n'y ai point observé de vésicule contractile.

La vésicule transparente est formée d'une membrane très fine, peu réfringente, à peine visible dans le milieu ambiant, et contient un liquide incolore sans granulations d'aucune sorte. Ce liquide ne se colore pas lorsque les infusoires sont placés dans le bleu de diphénylamine inoffensif et peut être considéré comme une exsudation du corps. Sous l'action des réactifs, la membrane se plisse parfois; elle se dissout dans la potasse à 2 p. 100 et ne se colore généralement pas par le carmin. J'ai vu pourtant le contraire se produire sur deux individus et la vésicule se colorer en rouge vif par le carmin; mais c'est, je le répète, une exception.

La partie inférieure du corps a la forme d'un disque muni d'un bourrelet circulaire (*b*), d'une élévation centrale supérieure (*d*) faisant plus ou moins saillie dans la vésicule transparente et d'une face inférieure contre laquelle viennent adhérer les particules nutritives entraînées par les cils. J'appellerai cette face inférieure l'aire d'absorption (*a*).

C'est à la face supérieure du bourrelet circulaire que viennent s'in-

sérer les bords de la vésicule transparente. La partie inférieure ou le col de cette vésicule est formée de deux couches dont l'une, la plus externe, est finement striée transversalement et légèrement granuleuse. C'est une sorte de manchon protoplasmique dépendant du bourrelet circulaire et entourant le col du ballon. Sous l'action de l'acide acétique, on voit très nettement s'accuser la différenciation de ces deux couches sous forme d'une ampoule circulaire représentée en coupe optique (pl. XIII, fig. 3).

Le bourrelet circulaire est garni dans toute sa portion libre d'une infinité de cils très fins convergeant intérieurement vers le centre et destinés à y conduire les éléments nutritifs. Lorsque l'on examine un organisme par sa face inférieure (pl. XIII, fig. 5), l'on reconnaît que ces cils sont implantés sans ordre, très serrés les uns contre les autres et que le bourrelet qui les porte est parfois irrégulièrement circulaire.

Le disque supérieur du corps qui représente le bouchon de la vésicule transparente est formé comme le bourrelet d'un protoplasma granuleux et incolore ; chez les organismes sains, il fait à peine saillie dans la vésicule, mais sous l'action des réactifs ou de l'altération cadavérique il se gonfle dans sa partie centrale (pl. XIII, fig. 3).

Celle-ci contient un noyau rond assez volumineux se colorant en rose pâle par le carmin et portant dans une échancrure un petit nucléole latéral arrondi. Ce noyau, qui représente du reste le type du noyau des infusoires, est visible sur le vivant ; il paraît alors comme une masse homogène, mais sous l'action des acides osmique et acétique son contenu devient finement granuleux.

Indépendamment de ce noyau central, l'on observe parfois dans l'épaisseur du manchon protoplasmique de la vésicule un autre petit noyau aplati et granuleux, le seul qu'ait figuré Carl Vogt. Sa présence n'est pas constante et il ressemble tout à fait à une cellule amœboïde du sang qui se serait collée contre le manchon protoplasmique.

Au centre et à la partie inférieure du bourrelet circulaire, se trouve l'aire d'absorption ; c'est contre ce point que viennent se coller, s'agglomérer les corpuscules amœboïdes et les spermatoblastes dont l'infusoire fait sa nourriture. Vue sur un individu à jeun, et par la partie inférieure, cette aire d'absorption a la forme d'un petit disque légèrement concave et granuleux.

J'ai utilisé la propriété qu'a le bleu de diphénylamine de colorer les corps protoplasmiques morts à l'exclusion de ceux qui sont doués encore de leurs facultés vitales, et j'ai observé que non seulement les globules touchant immédiatement le corps de l'infusoire se coloraient, mais encore ceux qui leur font suite. Il semble qu'il y a dans tout ce bol alimentaire externe une diffusion du suc protoplasmique et que la di-

gestion y commence avant même qu'il n'arrive en contact direct avec l'aire d'absorption.

Autour du bol alimentaire et partant de la périphérie de l'aire d'absorption, se trouve un nuage granuleux (fig. 4, *g*) coloré en bleu pâle et que je crois être le résidu de la digestion incessamment rejeté par l'organisme.

Le *Pompholyxia Sipunculi* nage rapidement, le disque en avant, au milieu des éléments du sang; on en voit aussi des groupes de plusieurs individus adhérents à des amas de spermatoblastes ou de globules amœboïdes trop gros pour être entraînés, mais la plupart nagent en emportant avec eux une petite masse alimentaire allongée dont la longueur totale dépasse souvent celle de l'infusoire.

Lorsque l'on conserve le sang du Siponcle dans un vase à l'air libre, les infusoires continuent à y vivre pendant un ou deux jours, mais disparaissent quand survient la décomposition du liquide. Quelques heures avant leur mort, ils cessent de se nourrir et c'est à ce moment qu'on peut le mieux les étudier, reconnaître la présence du noyau et observer l'aire d'absorption. Celle-ci fait parfois saillie à l'extérieur et apparaît alors comme une élévation transparente et homogène, mais qui finit par éclater et par devenir granuleuse.

Je n'ai point observé sur le vivant la division de *Pompholyxia,* mais j'ai dans mes préparations plusieurs formes qui me paraissent être des phases de cette division. Celle-ci s'opère selon un plan qui coupe longitudinalement la vésicule et le corps protoplasmique. Le sillon prend naissance sur un des bords du bourrelet circulaire; en même temps apparaît sur le côté correspondant de la vésicule un sillon longitudinal; le corps protoplasmique se divise complètement avant que les deux vésicules ne se soient séparées et l'on a la forme représentée planche XIII, fig. 7.

La forme anormale de l'infusoire que nous venons de décrire ne nous permet point, en l'état actuel de nos connaissances, de lui assigner une place dans la classification. Nous pouvons pourtant, en considérant le caractère de sa ciliation, prévoir qu'il sera placé parmi les infusoires ciliés péritriches.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII.

Dans toutes les figures, *v* représente la vésicule transparente, *b* le bourrelet ciliaire, *d* le disque supérieur, *a* l'aire d'absorption, *m* la couche protoplasmique du col de la vésicule, *o* son noyau granuleux, *n* et *n'* le noyau et le nucléole centraux, *p* le bol alimentaire.

Fig. 1. — Trois individus adhérents à un amas de corpuscules amœboïdes.

Fig. 2. — Individu isolé muni d'un bol alimentaire.

Fig. 3. — Extrémité inférieure d'un individu traité par l'acide acétique et coloré au carmin.

Fig. 4. — Individu vivant dans une solution de bleu de diphénylamine.

Fig. 5. — Individu vu par la face inférieure, le bourrelet ciliaire, l'aire d'absorption et le manchon protoplasmique sont vus en projection.

Fig. 6 et 7. — Deux phases de la division.

Toutes les figures sont dessinées à un grossissement de 600 diamètres.

S. A. le Prince ALBERT de Monaco.

à Paris.

LA DEUXIÈME CAMPAGNE SCIENTIFIQUE DE L'« HIRONDELLE ». DRAGAGES DANS LE GOLFE DE GASCOGNE [1]

— *Séance du 18 août 1886.* —

Le Ferrol (Galice), 13 août 1886.

..... Le temps a été détestable et j'ai commencé mes opérations dans les plus fâcheuses conditions. Il fallait, par la grosse mer que nous n'avons cessé de ressentir et avec de grands vents du S.-O. au N.-O., chercher les fonds qui approchent de 500 mètres et dont la corniche étroite est presque insaisissable, puis sonder en prenant la température du fond et jeter le chalut rapidement afin qu'il tombât sur le terrain indiqué par la sonde avant que la dérive du navire l'en eût écarté.

Tout cela fait sur notre vaillant petit voilier n'était pas toujours commode et certains jours, nos hommes ont halé à la force des bras plus de *quinze cents mètres* de filin supportant un poids de 200 kilogrammes.

Voici les résultats obtenus : Du 14 juillet au 9 août, nous avons *dix-neuf* opérations de pêche, pour la plupart des dragages entre 130 et 300 mètres ; *vingt-huit* coups de sonde avec prises de température au fond, de 130 à 900 mètres.

La série des températures montre à première vue une baisse du mercure augmentant avec la profondeur, depuis + 11°2 C pour 130 mètres jusqu'à + 10°6 C pour 550 mètres.

Des oscillations de quelques dixièmes, qui se produisirent dans plusieurs cas, montrent qu'il existe des fluctuations dans les isothermes du golfe, ou des courants superposés. Un des chiffres qui s'écarte considérablement de la moyenne donnera lieu à un examen spécial ; il s'agit de + 19° C par 160 mètres alors que la surface donnait + 20° C.

Pour ce qui regarde les résultats de nos dragages, voici une note, sommaire également (voir ci-après), rédigée par M. Jules de Guerne, mon compagnon de travail, qui se charge du côté zoologique de la campagne avec la haute compétence que vous lui connaissez.

. . . .

Nous avons exploré deux régions distinctes ; d'abord les fonds situés à une soixantaine de milles au large de Belle-Ile et de la Rochelle ;

1. Extrait d'une lettre adressée à M. G. Pouchet.

puis l'autre bord de la grande fosse, entre le cap Peñas et le cap Ortegal, en Espagne.

Mon intention avait d'abord été de suivre régulièrement le contour de cette fosse, mais vu la persistance du mauvais temps, je n'ai pas cru devoir *m'engolfer* au delà de certaines limites et j'ai franchi la fosse interdite pour cette fois à nos moyens d'exploration.

Ici d'autres contrariétés nous attendaient et c'est dans un brouillard intense que nous avons travaillé, cherchant à coups de sonde les bancs de 200 à 300 mètres, dont la largeur paraît souvent ne pas dépasser un mille ou même moins.

Suivant les habitudes que vous me connaissez, j'étais présent à toutes les opérations, depuis l'immersion du plomb de sonde ou du chalut jusqu'à leur réapparition à la surface.

Durant ce premier mois de l'expédition nous sommes restés *vingt-sept* jours à la mer. Je compte passer une semaine ici, où l'équipage a besoin de se refaire. Ensuite, je reprendrai la mer pour placer les flotteurs destinés à l'observation des courants vers le quinzième méridien, jusqu'à la latitude de la Manche. Mais, en quittant les côtes d'Espagne et en atterrissant sur celles de France, je compte exécuter deux nouvelles séries de dragages.

M. Jules de GUERNE

à Paris.

LES DRAGAGES DE L'« HIRONDELLE » DANS LE GOLFE DE GASCOGNE [1]

— Séance du 18 août 1886. —

Le Ferrol (Galice), 13 août 1886.

Malgré les mauvaises conditions de temps qui ont contrarié les travaux de l'*Hirondelle*, deux régions bien distinctes du golfe de Gascogne ont pu être étudiées avec soin (voir ci-dessus). La profondeur de la plupart des points explorés dépasse celle des fonds de pêche ordinaires et reste naturellement bien en deçà du domaine réservé aux grandes expéditions. Aucun travail suivi de zoologie n'a été entrepris jusqu'ici en ces localités, et si l'on connaît beaucoup des animaux qui composent leur faune, c'est que ceux-ci ont été rencontrés à des profondeurs différentes ou trouvés parfois dans l'estomac des poissons.

1. Extrait d'une lettre adressée à M. G. Pouchet.

Quoi qu'il en soit, la nature des fonds explorés par l'*Hirondelle*, tant au large des côtes de France qu'en vue du littoral de l'Espagne, s'est montrée peu variée. Le chalut a travaillé le plus souvent sur du sable vaseux plus ou moins grossier ou sur du gravier mêlé de coquilles brisées.

Au nord de l'Espagne et particulièrement au voisinage du cap Peñas, la roche affleure fréquemment au milieu du sable ou de la vase. Cette circonstance rend difficile l'emploi des dragues et du chalut, mais l'usage des *fauberts* permet d'obtenir quelques renseignements sur la faune souvent mal connue des fonds rocheux.

C'est ainsi que nous avons pu ramener quelques polypiers, plusieurs gorgones, un grand nombre de bryozoaires calcaires et trois espèces de brachiopodes : *Terebratulina gracilis*, *Megerleia truncata* et *Crania anomala*. Ces animaux, caractéristiques de la faune des roches, sont à peu près les seuls que nous n'ayons pas rencontrés dans la première partie du voyage. Une grande analogie me paraît devoir exister entre la faune des bancs, on pourrait presque dire des pentes ou même des falaises, qui bordent l'étendue entière du golfe de Gascogne.

Un certain nombre de poissons surpris par nos engins ont été conservés soit dans l'alcool, soit dans l'acétate de soude, suivant les conseils de M. Alph. Milne-Edwards. Ce sont pour la plupart des pleuronectes (*Bothus*), un *Sebastes* peu connu, etc. Je citerai encore diverses espèces telles que *Pristiurus melanostomus, Julis vulgaris*, etc., largement répandues dans la Méditerranée et signalées comme très rares dans le golfe. Nous avons eu la bonne fortune de les prendre à la ligne ou au casier dans le voisinage du cap Peñas.

Les échinodermes sont représentés dans la collection par une série d'environ vingt-cinq espèces appartenant à une vingtaine de genres. La seule famille des stellérides en comprend au moins huit. Plusieurs grandes holothuries semblent trouver sur la côte d'Espagne, par des profondeurs de 250 mètres [1], des conditions d'existence tout à fait favorables. Les deux espèces que nous y avons draguées accusent à première vue la symétrie bilatérale. L'une, presque cylindrique, peut atteindre, lorsqu'elle est complètement gonflée d'eau, une longueur de plus de 30 centimètres sur un diamètre maximum de 5 à 6 centimètres. Elle est d'un beau rose et se garde quelques jours en captivité car elle n'a pas la fâcheuse habitude, si répandue parmi ses congénères, de rejeter ses organes. Toutefois, au bout d'un certain temps, la peau paraît subir une décomposition d'un genre spécial, bien que l'animal vive encore assez longtemps. L'autre forme, très déprimée, est remar-

1. Quelques jours après la rédaction de cette lettre, les mêmes holothuries furent draguées en très grand nombre par une profondeur de 500 mètres.

quable par ses appendices dorsaux. Plusieurs individus portaient des *Stylifer* au voisinage de la bouche.

Parmi les mollusques, je citerai seulement quelques céphalopodes, de gros gastéropodes (*Fusus contrarius, Ranella gigantea*) et divers lamellibranches bien caractérisés comme formes du nord, *Astarte sulcata* et *Pecten islandicus* entre autres. Il convient d'ajouter que ce dernier n'a été rencontré qu'à l'état de débris et toujours au-dessous de 200 mètres.

Les crustacés sont nombreux et variés. Je me suis particulièrement attaché à recueillir les petites espèces d'isopodes, de cumacés et d'amphipodes qui sont les moins connues. Cependant les décapodes n'ont pas été négligés. Parfois ils se sont trouvés assez abondants pour nous permettre de curieux essais culinaires. Les galatées paraissent être extrêmement communes dans tous les fonds que nous avons explorés ; quand on hissait le chalut dans les haubans, elles pleuvaient littéralement sur le pont.

Le fait le plus remarquable qu'il nous ait été donné d'observer au point de vue de l'abondance de certains crustacés, est relatif au *Polybius Henslowi*. Ce crabe nageur de la famille des Portuniens apparaît souvent à la surface de la mer, à une grande distance de toute terre, en des parages où la profondeur atteint au moins 2,000 mètres. Nous en avions pêché une soixantaine le long du bord, au crépuscule, en faisant route vers l'Espagne. Quel ne fut pas notre étonnement, huit jours plus tard, en voyant le chalut revenir d'une profondeur de 240 mètres, absolument bondé de ces animaux. Le filet était crevé et les *Polybius*, qui sont très agiles, avaient dû s'échapper en grand nombre pendant la montée de l'appareil, cette opération ayant duré près d'une heure. Nous eûmes la curiosité de les peser après avoir pris la moyenne du poids d'un individu ; il en restait *cinq mille*.

La région où l'*Hirondelle* a accompli ses travaux est remarquablement déserte. On n'y rencontre guère de navires et les êtres vivants qui peuvent animer la surface des eaux y semblent bien clairsemés. Toutefois, l'une des rares observations que nous ayons pu recueillir présente un intérêt spécial. Il s'agit d'une *gamme* de jeunes cachalots qui a bien voulu venir prendre ses ébats dans le voisinage du bateau (le jeudi 5 août, par temps brumeux, de 10 à 11 heures du matin, par 43°45′ de lat. N. et 8°32′ de long. O. de Paris environ). La bande se composait de huit à dix individus ayant une longueur de sept à douze mètres. Elle s'avançait à fleur d'eau, tous les dos émergeant un peu. Les cétacés se tenaient évidemment serrés les uns contre les autres; ils progressaient lentement, faisant entendre à des intervalles irréguliers le souffle puissant de leur respiration. L'un d'eux sauta complètement hors de l'eau.

De temps à autre, un individu élevait à une certaine hauteur au-dessus des vagues sa tête volumineuse et tronquée qu'on ne peut confondre avec aucune autre. Quelques minutes plus tard, c'était une queue qui apparaissait tout à coup de la même façon. Jamais, sinon pendant la marche à fleur d'eau, je n'ai vu la partie moyenne du corps. Le mouvement des cachalots, quand ils évoluent ainsi, paraît se faire de bas en haut ou inversement suivant une direction verticale. Cela le distingue de celui des balénoptères tel que je me rappelle l'avoir observé en Laponie.

. . . .

Il est impossible de dire dès maintenant si les belles collections arrimées à bord de l'*Hirondelle* contiennent un plus ou moins grand nombre d'espèces inédites. Mais à coup sûr, la campagne actuelle fournira une sérieuse contribution à la connaissance de la faune du golfe de Gascogne. Elle nous donnera de précieux renseignements sur la distribution bathymétrique ou géographique des animaux qui la composent et sur certaines conditions physiques de leur existence.

M. NICOLAS

Conducteur des Ponts et Chaussées, à Avignon.

SUR L'ARRÊT COMPLET DE DÉVELOPPEMENT DE CERTAINES LARVES DES HYMÉNOPTERES ET SUR L'AUGMENTATION OU LA DIMINUTION DE NOURRITURE IMPOSÉES A D'AUTRES LARVES DE LA MÊME FAMILLE.

— *Séance du 18 août 1886.* —

J'ai présenté, l'an passé, au congrès de Grenoble, quelques pages sur cette question très importante ; je n'avais pu signaler que quelques cas où de semblables arrêts s'étaient manifestés, attendant l'éclosion ou non de ces retardataires. Poursuivant ces études, je puis compléter cette première communication en vous donnant les résultats conformes d'ailleurs à mes prévisions.

Les exemples sont rares, d'autant que souvent, par imprévoyance, on détruit involontairement les cellules d'hyménoptères qui les fournissent.

A la fin de chaque saison, lorsque toutes mes éclosions sont faites, je vérifie soigneusement les tubes en roseaux qui contiennent mes nids ; cet examen, qui me permet, en outre, d'établir des données de statisti-

que que je publierai plus tard, met à découvert certaines larves fraîches frappées de ce temps d'arrêt dont l'explication restera longtemps énigmatique.

Or, ces larves encore conservées, lorsqu'elles auraient dû se décomposer, ayant dépassé la période fixée pour les éclosions générales, condamnent leurs congénères à une mort certaine, puisqu'elles obstruent l'unique passage qui doit les libérer et les rendre à la vie des champs.

Telle est la loi qui préside aux éclosions d'une même ponte, qui veut que dans des cellules étagées, la plus élevée, celle du sommet, sera la première à livrer passage à l'hyménoptère, puis la seconde, et ainsi de suite, jusqu'à la plus inférieure.

S'il se trouve donc, dans cette série de cellules, une dont la larve présente ce caractère, fort rare, de l'arrêt de développement, toutes les autres en dessous sont fatalement recluses et meurent sans faire aucune tentative pour briser la barrière qui les sépare. L'évacuation est suspendue.

Nous ignorerons longtemps encore par quels moyens l'hyménoptère est avisé que l'étage au-dessus de celui qu'il occupe contient encore un tardif locataire ; tandis que, s'il se trouve débarrassé, immédiatement cet hyménoptère inactif, dans le cas qui nous occupe, éventre le plafond, détruit les murs en pisé et fuit par l'ouverture unique.

C'est donc à l'hyménoptère de la case la plus élevée qu'appartient le droit d'ouvrir la marche. Tous les autres en dessous, quel que soit l'ordre d'éclosion, attendent patiemment que leur tour de rôle arrive.

Cette division du travail fait que chaque hyménoptère n'a que sa propre cloison à renverser.

Le roseau où je puise mon exemple a 9 cellules ; les 5 premières sont débarrassées suivant l'ordre indiqué; les deux suivantes, 6 et 7, possèdent les larves dont l'arrêt est manifeste ; les deux inférieures, 8 et 9, seront et sont inévitablement vouées à une mort certaine.

Mon roseau est donc placé dans un tube en verre obturé aux extrémités par des tampons de coton.

Au printemps de cette année (1886), l'hiver s'étant passé sans accident, j'examine mes larves ; une d'elles, blessée en fracturant le cocon qui la renferme, est flasque, l'autre, au contraire, est bien dodue, fraîche et blanche ; cette dernière seule a chance de réussir.

En mai, elle commence sa métamorphose dernière ; sa transformation, arrêtée pendant une année, reprend le cours de ses changements intérieurs et suit sa marche ordinaire.

En juin la nymphe est franchement accusée ; elle s'agite, se colore en noir, d'abord les yeux, puis les antennes, l'enracinement des ailes, le segment thoracique et les anneaux de l'abdomen.

Le 15 juillet, j'ai la douce satisfaction de reconnaître l'insecte parfait, *Osmia adunca,* comme les autres qui sont sorties en 1885 des cinq premières cellules; en tout semblables à celles qui sont restées mortes dans les deux cellules 8 et 9.

Mes prévisions se sont réalisées. Aucun doute ne peut planer sur cette singulière anomalie relative.

Ce retard considérable infligé à une larve pour se développer en nymphe, n'est-il pas de nature, une fois bien compris, à jeter quelques éclaircissements sur l'origine des insectes? Deux années entières passées ainsi, sans modification sensible, alors que les autres *Osmia adunca* se sont libérées dans une seule; que de réflexions ne doivent-elles pas suggérer?

Pourquoi l'évolution graduelle s'est-elle arrêtée chez celle-ci et poursuivie chez les autres? Quel phénomène étrange a dû se passer dans cette larve suspendant une année entière le résultat final si longtemps attendu?

Mes alternatives de crainte, d'espérance dans le succès, de découragement même, pourront seules expliquer combien on est heureux, en pareille circonstance, de compléter une étude qu'un rien pourrait compromettre et annuler.

Les larves d'*Osmia adunca* ne seront pas les seules à offrir le même cas; ma larve d'Anthidium que j'écrasais aurait suivi les mêmes phases et provoqué les observations que je constate.

Il faut attendre.

Voici d'autres observations à vous signaler sur les résultats obtenus en diminuant ou augmentant la ration de nourriture de certaines larves.

L'influence qu'on accordait à une augmentation de nourriture pour agir sur la détermination du sexe, perd certainement de sa valeur. Nous savons maintenant que rien ne peut modifier les vues de cet ordre d'idées. Une fois l'œuf pondu, un surcroît de provision ou une réduction ne peuvent agir sur la larve. Toutefois, on ignorait que des provisions abondantes augmentaient la sécrétion soyeuse des larves, et inversement rendaient faibles et réduites ces sécrétions si la larve en était privée en partie.

Les *Odyneres nidulator* alimentent leurs cellules avec des larves de coléoptères. *Lina pupuli* (Linné)[1].

A diverses reprises, j'ai augmenté du double le nombre de ces larves, triplé même la quantité que la mère apporte. Eh bien, quelles que fussent les provisions primitives, qui varient de 1 à 5 de ces larves

1. Ce genre *Lina* de Redt devient celui de *Melasoma* de Stephen (*Melasoma populi*).

pour chaque œuf accroché par un fin pédicule à la cloison extérieure et au-dessus des provisions; les larves d'Odyneres auxquelles j'accordais ce surcroît inusité de nourriture, ne m'ont donné, en échange, qu'une grande surface de soie jaune et un fort cocon.

Plus fortes que les autres, ces larves luisantes, comme humides, dégorgeant abondamment un fil soyeux, se sont mises à éparpiller leur soie de partout, tissaient à droite, retissaient à gauche, garnissant ainsi de grandes surfaces et s'enveloppaient enfin dans un cocon résistant.

Généralement les enveloppes de l'*Odynere nidulator* sont faibles, transparentes, maigres d'attaches de suspension, souvent même la nymphe est à peine revêtue de ce tissu protecteur.

L'action est donc manifeste.

Pour d'autres larves d'Osmia, le résultat est à peu près le même; mais celles d'Odyneres acceptent plus volontiers une augmentation aussi sensible de provision.

Ces études se poursuivent.

Certains observateurs supposaient que le fil suspenseur de l'œuf était rétractile au gré de la jeune larve, qui pouvait ainsi s'approcher ou s'éloigner, suivant les dangers à courir. Nous n'avons rien vu de pareil pour les œufs d'*Odyneres nidulator*. Ce qui se passe est ceci. Au bout de 2 à 3 jours, l'enveloppe qui constituait l'œuf se déchire, s'ouvre et laisse tomber la larve toute prête sur les provisions pour les attaquer.

Cette défroque première reste ainsi suspendue au mur par le fin pédicule, comme un vêtement raccorni et inutile.

La larve donc de l'*Odynere nidulator,* et probablement pour toutes les Odynères, se forme dans l'enveloppe de l'œuf, puis celui-ci se fend pour lui livrer passage lorsqu'elle est entièrement formée. Au début, l'œuf se balance à l'extrémité du cordon délié, et c'est tout. Je n'ai jamais vu que ce frêle ligament fût de nature, par son élasticité, à s'allonger ou à se raccourcir suivant les nécessités du moment.

D'année en année, mes expériences se portent sur une foule d'hyménoptères; les cas nombreux qui se présentent pour une même espèce me permettent d'établir sûrement leur évolution, leur mode de reproduction, le genre de ponte, la modification et autres détails inconnus sur la grande famille des hyménoptères.

En 1886, j'ai réuni plus de 500 roseaux occupés qui ne me donneront pas moins de 3,000 éclosions, tant d'*Osmia cornuta, Osmio tricornis, Odyneres nidulator;* Chalicodoma rufitarsis, que Xylocopa violacea, Anthidium et autres.

En parasite j'ai obtenu *Zonitis præusta* Fabr., *Zonitis mutica* Scribe, et Chrysis divers tous sortis des cellules de mes nombreuses expériences faites dans mon bureau même de travail, et partout dans ma chambre.

M. Fernand LATASTE

SUR LA CLASSIFICATION DE QUELQUES ESPÈCES DE CAMPAGNOLS DU NORD DES DEUX CONTINENTS

— Séance du 19 août 1886. —

Dans une publication antérieure [1], j'ai mis en relief les caractères et arrêté les dénominations des quatre sous-genres dans lesquels me paraissent devoir être réparties les sept espèces de Campagnols que j'admets dans la faune française. Quant aux nombreuses espèces indiquées dans le nord de l'Europe, en Asie et en Amérique, je les avais, faute de matériaux, laissées en dehors de mes recherches.

Plus tard, lorsque je publiai [2] une *Analyse avec annotations critiques* du mémoire de Poliakoff intitulé *Revue systématique des Campagnols de Sibérie* [3], j'eus le regret de constater que cet auteur, attachant une importance exagérée à des modifications légères de la denture, avait passé sous silence les caractères essentiels, ceux sur lesquels doivent être basées, à mon avis, soit les coupes subgénériques (nombre des tubercules du pied et nombre des mamelles), soit les distinctions spécifiques (forme générale du crâne), et je me trouvai encore hors d'état de me faire une opinion sur la valeur, les affinités et le groupement des espèces nombreuses comprises dans ce travail.

Mais depuis, grâce à des dons ou envois de M. l'abbé Armand David, de M. le Dr Garnier et du Musée de Saint-Pétersbourg, j'ai pu serrer de plus près la comparaison de quelques espèces du nord des deux continents avec les espèces plus étudiées et mieux connues de l'Europe méridionale, et soumettre plus ou moins complètement celles-là à la même méthode taxonomique que celles-ci. Voici la conclusion de cette étude.

J'admets actuellement, dans le genre Campagnol cinq sous-genres dans lesquels je répartis les espèces qui me sont personnellement connues de la façon suivante :

GENRE *MICROTUS*.

1798. = *Microtus* Schranck (*Fauna boïca,* I, p. 66).
1799. = *Arvicola* Lacépède (*Tableau,* p. 10).

1. *Introduction à l'Étude des Campagnols de France. Historique de la classification des Campagnols* (*Le Naturaliste,* 31 août-15 octobre 1883).
2. *Annali del Museo civico di Genova,* v. XX, 1884.
3. Annexe au tome XXXIX des *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg,* 1881.

1808. < *Lemmus* Tiedemann (*Zoologie,* I, p. 473).
1811. < *Hypudœus* Illiger (*Prodromus,* p. 87).
1811. < *Myodes* Pallas (*Zoographia,* p. 173).
1814. < *Brachyurus* Fischer (*Zoognosia,* éd. III, v. III, p. 55).
Espèces types : terrestris Linné et *arvalis* Pallas.

SOUS-GENRE *MYODES.*

1811. < *Myodes* Pallas (*Zoographia,* p. 173).
1814. < *Brachyurus* Fischer (*Zoognosia,* éd. III, v. III, p. 55).
1839. = *Myodes* Sélys (*Micromammalogie,* p. 87).
1845. < *Hypudæus* Nillsson (*Oefvers. af. kongl. vet. Ak. Stock.,* p. 34; non Illiger, 1811).
1857. = *Hypudæus* Blasius (*Fauna,* p. 336).
1874. = *Evotomys* Coues (*Monographs,* p. 131).
Espèce type : rutilus Pallas.

Caractères. — Molaires radiquées (la première inférieure à sept prismes); six tubercules plantaires et tarses en partie nus; huit mamelles; ongle du pouce rudimentaire et obtus.

Espèces : (1) *rutilus* Pallas, (2) *glareolus* Schreber, et d'autres du nord de l'Amérique et de l'Asie, si toutefois celles-ci doivent être spécifiquement distinguées de la première.

SOUS-GENRE *MICROTUS.*

1798. < *Microtus* Schranck (*Fauna boïca,* I, p. 66).
1808. < *Lemmus* Tiedemann (*Zoologie,* I, p. 473).
1811. < *Hypudæus* Illiger (*Prodromus,* p. 87).
1811. < *Myodes* Pallas (*Zoographia,* p. 173).
1814. < *Brachyurus* Fischer (*Zoognosia,* éd. III, v. III, p. 55).
1836. < *Arvicola* Sélys (*Essai monographique,* p. 6; non Lacépède, 1799).
1839. < *Arvicola* Sélys (*Micromammalogie,* p. 86).
1842. = *Arvicola* Sélys (*Faune belge,* p. 34).
1845. = *Hypudæus* (*part.;* non Illiger, 1811) + *Arvicola* Nillsson (*loc. cit.*).
1857. = *Paludicola* (*part.*) + *Agricola* + *Arvicola* (*part.*) Blasius (*Fauna,* p. 334).
1857. < *Hemiotomys* Baird (*Mammals*).
1867. = *Praticola* (*part.*) + *Sylvicola* Fatio (*Campagnols du Léman,* p. 25).
1874. > *Myonomes* Coues (*Synopsis Muridœ,* p. 173).
1880. = *Hemiotomys* (*part.*) + *Arvicola* Trouessart (*Catalogue,* p. 504).
Espèce type : arvalis Pallas.

Caractères : Molaires sans racines (la première inférieure généralement à neuf prismes); six tubercules plantaires et tarses en partie nus; huit mamelles; ongle du pouce rudimentaire et obtus.

Espèces : (3) *gregalis* Pallas, (4) *arvalis* Pallas, (5) *agrestis* Linné, (6) *ratticeps* Keyserling et Blasius, (7) *pensylvanicus* Ord, (8) *nivalis* Martins ; plus les autres espèces américaines antérieurement attribuées au sous-genre *Mynomes,* et, sans doute, plusieurs autres de l'ancien continent.

SOUS-GENRE *ARVICOLA*.

1798. < *Microtus* Schranck (*Fauna boïca*, p. 66 ; employé ailleurs).
1799. = *Arvicola* Lacépède (*Tableau*, p. 10).
1808. < *Lemmus* Tiedemann (*Zoologie*, I. p. 473).
1811. < *Hypudæus* Illiger (*Prodromus*, p. 87).
1814. < *Brachyurus* Fischer (*Zoognosia*, éd. III, v. III, p. 55).
1817. *Mynomes* Raffinesque (*Amer. mountl. Mag.*).
1836. < *Hemiotomys* Sélys (*Essai monographique*, p. 7).
1839. = *Hemiotomys* Sélys (*Micromammalogie*, p. 85).
1857. < *Paludicola* Blasius (*Fauna*, p. 333).
1867. < *Praticola* Fatio (*Campagnols du Léman*, p. 36).
Espèce type : terrestris Linné.

Caractères : Molaires sans racines (la première inférieure à sept prismes) ; cinq tubercules plantaires et tarses en partie nus ; huit mamelles ; ongle du pouce rudimentaire et obtus.

Espèces : (9) *terrestris* Linné, (10) *Musiniani* Sélys.

SOUS-GENRE *PITYMYS*

1811. <? *Myodes* Pallas (*Zoographia*, p. 173).
1829. *Psammomys* Leconte (*Ann. Lyc. Hist. nat. N. Y.* ; non Ruppel, 1827).
1831 > *Pitymys* Mac-Murtrie (*Cuvier anim. Kingd.*).
1833. < *Lemmus* Baillon (*Mém. Soc. Émul. Abbeville*, p. 53 ; non Tiedemann, 1808).
1836. < *Arvicola* Sélys (*Essai monographique*, p. 10 ; non Lacépède, 1799).
1839. = *Microtus* (non Schranck, 1798) + *Arvicola* (*part.*) Sélys (*Micromammalogie*, p. 86).
1842. = *Microtus* Sélys (*Faune belge*, p. 34 ; non Schranck, 1798).
1842. > *Pinemys* Lesson (*Nouveau tableau*, p. 122).
1857. > *Pedomys* Baird (*Report for a Railroad, Mamm.*, p. 517).
1867. = *Terricola* Fatio (*Campagnols du Léman*, p. 75).
1876. > *Micrurus* Forsyth Major (*Vertebr. italiani*, p. 46).
Espèce type : pinetorum Leconte.

Caractères : Molaires sans racines (la première inférieure généralement à neuf prismes) ; cinq tubercules plantaires et tarses en partie nus ; quatre mamelles ; ongle du pouce rudimentaire et obtus.

Espèces : (11) *subterraneus* Sélys (dont il faudra peut-être distinguer *incertus* Sélys), (12) *socialis* Pallas, (13) *Middendorffi* Poliakoff (ces deux dernières n'étant admises que provisoirement et avec doute à cette place) ; plus les espèces américaines jusqu'à ce jour inscrites dans les sous-genres *Pitymys* et *Pedomys*.

SOUS-GENRE *LASIOPODOMYS*, *n. subg.*

1862. < *Arvicola* Radde (*Reise Ost.-Sib.*).
1881. < *Myodes* Trouessart (*Catalogue*, g. 515).
Espèce type : brandti Radde.

Caractères : Molaires sans racines (la première inférieure à sept prismes) ; tubercules plantaires vraisemblablement au nombre de quatre et tarses entièrement velus ; nombre des mamelles inconnu ; ongle du pouce net et tranchant.

Espèce unique : (14) *brandti* Radde[1].

M. le Dr VIALLANES

Répétiteur à l'École des Hautes-Études, à Paris.

SUR LA STRUCTURE INTIME DU CERVEAU DE LA GUÊPE (VESPA VULGARIS ET VESPA CRABRO)

— *Séance du 19 août 1886.* —

Le cerveau des insectes, bien que construit sur un plan tout autre, présente toutefois une complexité de parties au moins aussi grande que celle qui s'observe chez les vertébrés. De plus on remarque que chez les insectes la structure cérébrale présente d'un ordre à l'autre, quelquefois même d'un genre au genre voisin, des différences considérables qu'on expliquera peut-être un jour, mais dont nous ignorons encore la signification précise.

Un grand intérêt s'attache donc à l'étude comparative du cerveau des insectes, aussi la liste est déjà longue des anatomistes qui se sont adonnés à cette difficile étude. Parmi ceux-ci je citerai : Dujardin, Leydig, Forel, Rabl-Ruckardt, Dietl, Flogel, Berger, Newton, Packard, Bellonci, Hickson, Carrière.

Malgré ces travaux il reste encore beaucoup à faire dans cette voie, où je poursuis moi-même mes recherches depuis plusieurs années.

J'ai récemment étudié le cerveau de la guêpe (*Vespa vulgaris* et *Vespa crabro*) qui mérite d'attirer l'attention des anatomistes d'une manière tout à fait spéciale. Je n'en veux pour preuve que la phrase suivante empruntée à M. Flogel, le seul observateur qui se soit avant moi occupé de la guêpe. Il s'exprime ainsi : « Il est étonnant de voir que chez la « guêpe le cerveau n'est *pas* construit sur le même type que le cerveau « de l'abeille ; dans l'état actuel de nos connaissances je considère « comme très difficile de retrouver chez la guêpe les homologues des

1. Postérieurement au Congrès, le mémoire ci-dessus analysé a paru *in extenso* dans les *Annali del Museo civico di Storia naturale di Genova,* S 2, v. IV, p. 259-274, 26 janv. 1887.

« parties cérébrales de l'abeille. » Plus loin il ajoute : « Le cerveau de « la guêpe s'éloigne d'une manière si étonnante du type offert par la « fourmi ou par l'abeille, qu'il diffère plus du cerveau de ces ani- « maux qu'il ne diffère du cerveau de la Blatte. »

J'ai repris l'étude à peine ébauchée par M. Flogel et j'ai l'honneur de présenter à la société un rapide résumé des faits que j'ai observés touchant la structure du cerveau de la guêpe. (Je donne le nom de cerveau (*cerebron*) à l'ensemble des masses nerveuses susœsophagiennes.)

1° Le cérébrum peut être divisé en trois grandes régions, le *protocerebron* et le *dentocerebron*.

2° Le protocerebron comprend comme parties principales : 1° *les deux ganglions optiques ;* 2° *les trois ganglions ocellaires ;* 3° *le protocerebron moyen.*

3° *Le ganglion optique* de la guêpe est, quant à sa constitution fondamentale, presque identique au ganglion optique de la libellule que j'ai décrit dans un mémoire spécial (*Annales des sciences naturelles, 6e série, t. XVIII*). Comme chez cet insecte, il comprend en allant de dehors en dedans les parties suivantes : 1° les fibres post-rétiniennes ; 2° la lame ganglionnaire ; 3° le chiasma externe ; 4° la masse médullaire externe ; 5° le chiasma interne ; 6° la masse médullaire interne.

Toutes ces parties présentent la même constitution et les mêmes rapports généraux que chez la libellule. Chez la guêpe comme chez cette dernière, la masse médullaire externe est réunie à la masse médullaire interne non seulement par le chiasma interne, mais encore par un paquet de fibres à marche directe.

4° Le nerf optique relie le ganglion optique au cerebron moyen, il se compose de quatre faisceaux complètement distincts. Deux sont situés sur un plan supérieur, deux sur un plan inférieur. Les deux faisceaux supérieurs naissent par une racine commune du bord antérieur de la masse médullaire externe. Le premier (*faisceau supéro-antérieur*) aborde le cerebron moyen par son bord externe antérieur, le second (*faisceau supéro-postérieur*) aborde le cerebron moyen par son bord externe et postérieur.

Les faisceaux optiques inférieurs sortent tous deux de la masse médullaire interne. Le premier de ceux-ci (*faisceau inféro-antérieur*) est formé de fibres à contours très accentués, il naît de la face antérieure de la masse médullaire interne, il se porte en avant de la face antérieure du cerebron moyen pour se jeter dans une saillie que celle-ci présente et que nous décrirons sous le nom de tubercule cérébral antérieur.

Le second faisceau (*faisceau inféro-postérieur*) est très volumineux, il naît du bord interne de la masse médullaire interne et se jette dans la face externe du cerebron moyen. Le faisceau inféro-postérieur est

formé de deux cordons intimement unis, bien que très distincts l'un de l'autre. Le premier de ceux-ci renferme quelques fibres bien nettes seulement en haut et en bas, le reste de sa masse est formé de substance ponctuée et se présente aussi comme une continuation de la masse médullaire interne. Le second cordon, cordon commissural, est formé de fibres remarquablement réfringentes; il s'enfonce dans la profondeur du cerebron moyen; arrivé à la ligne médiane, il se continue avec son congénère venu du côté opposé. Ainsi s'établit une union directe entre la masse médullaire interne du côté droit et la masse médullaire interne du côté gauche.

5° Les ganglions ocellaires sont au nombre de trois, on en trouve un au-dessous de chaque ocelle. Ils sont formés chacun par une masse de substance ponctuée assez homogène à laquelle sont annexées de petites cellules nerveuses à protoplasma très réduit. De chaque ganglion ocellaire part un nerf. Le nerf des ocelles latéraux se porte directement en bas pour aller se jeter dans la face postérieure du lobe cérébral correspondant. Le nerf ocellaire médian se divise en deux branches. Celle de droite va se fusionner avec le nerf ocellaire latéral droit et celle de gauche avec le nerf latéral gauche.

6° Le *protocerebron moyen* est constitué par les parties suivantes : les deux *corps pédonculés,* les deux *lobes cérébraux,* et un organe impair, le *corps central.*

7° *Le corps pédonculé* comprend comme parties principales, *les gobelets interne* et *externe* et le *pédoncule.*

Chaque gobelet se présente sous la forme d'une auge elliptique, ouverte en haut, reposant en bas sur le bord supérieur du protocerebron moyen et débordant sur les faces antérieure et postérieure de celui-ci. La paroi des gobelets est formée par une épaisse lame de substance ponctuée à trame très fine. Leur surface extérieure comme aussi leur surface intérieure est revêtue d'une épaisse couche de petites cellules nerveuses à protoplasma très réduit. Le gobelet interne et le gobelet externe sont séparés l'un de l'autre par un sillon étroit dirigé d'avant en arrière et que je désigne sous le nom de scissure du corps pédonculé.

Les deux gobelets de droite sont unis aux deux gobelets de gauche par une commissure fibreuse transversale.

8° Le *pédoncule* est formé des parties suivantes: *la branche interne, la branche externe, la tige, la corne antérieure* et *la poutre.*

Du fond du gobelet interne, comme aussi du fond du gobelet externe, naît un tractus de substance ponctuée; ce sont les branches interne et externe. Ces deux branches s'unissent bientôt pour former un tronc commun, c'est la *tige.* Celle-ci descend verticalement en s'enfonçant

dans le lobe cérébral correspondant, puis après un trajet assez long se divise en deux troncs. Le premier se porte directement en avant pour gagner la surface antérieure du lobe cérébral, c'est *la corne antérieure.* La seconde se porte immédiatement en dedans au-dessous du corps central, c'est *la poutre.*

Chez la guêpe les branches externe et interne sont très grosses et extrêmement courtes. La tige est très volumineuse, conique et présente à sa face postérieure des sillons profonds. A leur partie moyenne les deux tiges sont unies l'une à l'autre par une étroite commissure.

La poutre au lieu d'être volumineuse et formée d'une substance ponctuée homogène ainsi que cela s'observe chez tous les hyménoptères étudiés jusqu'à ce jour, se montre chez la guêpe comme un grêle tractus de fibres bien distinctes naissant de l'extrémité inférieure de la tige. Chez l'insecte dont l'étude nous occupe, les fibres constitutives de la poutre arrivent au-dessous du corps central, là elles se dissocient et se mélangent à leurs congénères venues de l'autre côté de la ligne médiane pour former un lacis confus sur lequel repose celui-ci. Puis elles pénètrent dans la face inférieure de celui-ci sans qu'on puisse suivre bien loin leurs traces.

Chez la guêpe, la corne antérieure, au lieu d'être formée d'une substance ponctuée en tout semblable à celle qui constitue la tige, ainsi que cela s'observe chez les autres insectes, est représentée par un paquet relativement petit de fibres entremêlées de noyaux et naissant de l'extrémité inférieure de la tige. La corne antérieure aussitôt constituée se porte directement en avant en cheminant ainsi à travers la substance du lobe cérébral. Arrivées à la surface ses fibres se dissocient, s'insinuent entre les cellules de l'écorce du lobe cérébral et disparaissent au milieu d'elles.

La tige du corps pédonculé s'unit à la substance du lobe cérébral principalement par deux faisceaux fibreux, l'un naît de la face antérieure de la tige et se porte en avant, l'autre naît de la face postérieure de la tige et se porte directement en bas.

9° *Le corps central* est un organe impair et médian, situé à la partie supérieure du protocerebron. Il a la forme d'une demi-sphère à convexité tournée en haut et aplatie d'avant en arrière.

Le corps central, bien qu'il soit presque exclusivement formé de substance ponctuée, présente pourtant une structure assez complexe. Il est formé de deux calottes se recouvrant l'une l'autre. La calotte supérieure est en avant et en arrière interrompue sur la ligne médiane. En arrière, du bord de la calotte supérieure partent deux courts pédoncules horizontaux qui se renflent chacun en une petite sphère. (Ce sont les *tubercules du corps central.*)

Le corps central contracte des connexions fibreuses avec presque toutes les parties du cerebron. Des fibres l'unissent aux cellules de l'écorce du protocerebron, aux gobelets, aux lobes cérébraux, aux commissures œsophagiennes, aux lobes olfactifs, enfin il s'unit, ainsi que nous l'avons dit plus haut, à la tige du corps pédonculé par l'intermédiaire de la poutre.

10° Le *lobe cérébral* est fortement aplati, d'avant en arrière, toute sa face supérieure et une partie de ses faces antérieure et supérieure sont recouvertes par les gobelets. Sa face inférieure donne naissance à la commissure œsophagienne. Sa face externe reçoit les faisceaux optiques supéro-antérieur, supéro-postérieur et inféro-postérieur. Sa face antérieure présente un tubercule saillant (*tubercule cérébral antérieur*) dans lequel va se jeter le faisceau optique inféro-antérieur. Sa face postérieure recoit le nerf ocellaire.

Au-dessous du corps central les deux lobes cérébraux sont intimement unis, au-dessus du corps central ils sont séparés l'un de l'autre.

En avant de la tige du corps pédonculé, le bord supérieur du lobe cérébral s'élève en une crête saillante qui s'insinue entre la tige et les gobelets. Je désigne cette crête sous le nom de *protubérance cérébrale supérieure*.

Les lobes cérébraux sont fondamentalement formés de substance ponctuée, mais on y rencontre un grand nombre de faisceaux fibreux à marche définie. Parmi ceux-ci les uns servent à unir le lobe cérébral avec d'autres parties du cerebron, les autres unissent entre eux les deux lobes cérébraux; d'autres enfin sont particuliers à chaque lobe cérébral.

La protubérance cérébrale reçoit des fibres venues des deux gobelets du côté opposé.

Des fibres nées les unes du gobelet interne, les autres du gobelet externe, forment un faisceau qui chemine d'arrière en avant dans la scissure du corps pédonculé pour pénétrer ensuite dans la partie antérieure du lobe cérébral correspondant.

Au-dessous du corps central les lobes cérébraux sont, comme je l'ai dit plus haut, intimement soudés. Cette soudure est renforcée par des tractus fibreux que j'appellerai commissures centrales. Celles-ci sont au nombre de deux, l'une supérieure, l'autre inférieure. La commissure supérieure est formée de deux faisceaux situés l'un en avant, l'autre en arrière du corps central. La commissure inférieure est également formée de deux faisceaux.

Les deux tubercules cérébraux antérieurs sont unis l'un à l'autre par une commissure transversale particulière.

Les commissures œsophagiennes très volumineuses se continuent sans ligne de démarcation avec les lobes cérébraux, elles sont formées par une substance ponctuée très homogène, mais où l'on peut toutefois

reconnaître quelques paquets de fibres bien caractérisées. Celles-ci proviennent les unes du lobe cérébral correspondant, les autres du lobe cérébral du côté opposé.

Au protocerebron est annexé un organe particulier que je désignerai sous le nom de pont des lobes cérébraux. C'est en effet une sorte de pont situé en arrière des lobes cérébraux et se soudant à l'un de ceux-ci par chacune de ses deux extrémités. Il est entièrement formé de substance ponctuée et est de toutes parts entouré par les cellules ganglionnaires annexées aux lobes cérébraux.

Ceux-ci sont eux-mêmes de toutes parts enveloppés par des cellules nerveuses disposées en couche surtout épaisse en arrière et dans la région médiane. Les prolongements qu'elles émettent se rendent non seulement au lobe cérébral, mais encore au corps central, à la tige du corps pédonculé et au lobe olfactif.

11° Le *dentocerebron* est représenté par les deux lobes olfactifs.

Chacun de ceux-ci se montre comme un mamelon saillant attaché à la face antérieure de la commissure œsophagienne correspondante par un court pédicule.

Le lobe olfactif a une structure très caractéristique ; sa partie centrale est formée par une substance ponctuée à trame lâche, sa partie corticale est constituée par une couche de glomérules olfactifs. Chacun de ceux-ci se montre comme une petite sphère formée d'une substance ponctuée à trame très serrée et réunie à la partie centrale du lobe par un court pédoncule également formé de substance ponctuée.

La face externe du lobe olfactif est revêtue par une couche épaisse de petites cellules en tout semblables à celles qui revêtent les gobelets. Les prolongements qu'elles émettent se groupent en plusieurs paquets qui s'insinuent entre les glomérules olfactifs puis se perdent dans la substance ponctuée centrale du lobe.

Le pédicule du lobe olfactif est un tractus de substance ponctuée unissant la substance centrale de celui-ci avec la commissure œsophagienne correspondante. Dans ce tractus on reconnaît un paquet fibreux qui remonte dans le lobe cérébral correspondant. Parmi les fibres qui composent ce paquet, les unes se rendent au corps central, d'autres sont destinées à la substance même du lobe cérébral, d'autres enfin vont se jeter dans les cellules nerveuses situées en arrière et en haut du lobe cérébral.

Le *nerf antennaire* se compose de deux faisceaux, l'un est interne, l'autre externe. L'externe ne pénètre pas dans le lobe olfactif mais s'enfonce dans la commissure œsophagienne correspondante. L'interne insinue ses fibres entre les glomérules olfactifs et se perd dans la substance ponctuée cérébrale du lobe olfactif.

Les observations dont je viens de donner un résumé très succinct seront très prochainement publiées *in extenso* dans les *Annales des sciences naturelles,* elles seront accompagnées de nombreuses figures dont le dessin est aujourd'hui achevé.

M. TOPINARD

A Paris.

ANTHROPOLOGIE DE LA FRANCE. — CARTE DE LA COULEUR DES YEUX ET DES CHEVEUX

— *Séance du 13 août 1886.* —

Depuis quelques années un mouvement extraordinaire se produit en Europe autour de l'un des points les plus importants à l'heure actuelle de l'anthropologie : la carte de la répartition de la couleur des yeux et des cheveux pour aboutir à la répartition de races.

Des milliers de travailleurs sont mis en réquisition, des cartes surgissent là où elles n'existent pas encore, la France seule est en retard. La première elle a lancé des instructions régularisant la méthode d'observation de la couleur pour la connaissance des races et la solution des questions multiples d'anthropologie qu'elle soulève. Mais elle en reste là.

Les autres pays ont reçu l'impulsion et ont marché, nous nous sommes immobilisés. Il y a bien des choses à élucider en anthropologie, bien des documents à recueillir. On ne peut tout faire, mais le problème de la répartition de nos races nationales est un des plus urgents et ne peut se résoudre que par des cartes de France portant sur les caractères les plus aptes à contribuer à la connaissance de cette répartition comme la taille, l'indice céphalique, la couleur des cheveux et des yeux, l'indice nasal, l'indice facial. La carte de la taille a été faite par Broca par département et parfois par arrondissement. L'un de nos collègues, ici présent, recueille des documents pour l'indice céphalique et l'indice nasal. Je me charge de la carte de la couleur, mais en faisant un appel à l'assistance de tous. Mon nom a été prononcé comme celui de la personne le mieux à même de conduire à bien cette opération, je réponds sans me préoccuper des difficultés, en me mettant à l'œuvre et inaugurant aujourd'hui mes travaux.

La couleur de la peau, des yeux et des cheveux est, d'une manière générale, le premier caractère distinctif des races humaines qui ait

frappé l'attention des anthropologistes. Aristote n'en connaissait guère d'autres. C'est sur elle que s'appuyaient au sein même de certains conciles les premiers partisans de la doctrine des créations humaines multiples. Les premières classifications des races portèrent sur la couleur. Linné s'en servait aussi bien pour ses classifications secondaires que pour sa classification principale, témoin ce passage de sa *Faune suédoise* parue en 1746 :

« *Gothi.. Capillis albidis, oculorum iridibus cinereo-coerulescentibus. Fennones... Capillis flavis prolixis, oculorum iridibus fulvis. Lappones Capillis nigris, oculorum iridibus nigricantibus.* »

Ce ne fut, toutefois, qu'en 1793, avec Blumenbach, que l'observation de la couleur devint méthodique, c'est-à-dire qu'un langage fut créé pour en exprimer les innombrables nuances. La grande discussion entre les monogénistes et les polygénistes qui prit fin avec Broca porte essentiellement sur les modifications que les milieux apportent à la couleur de la peau. Les explications étaient trop difficiles pour la couleur des yeux et des cheveux, il en fut peu parlé.

Pour voir l'observation de la couleur se régulariser définitivement et les applications en être faites à de grandes masses, il faut arriver à Beddoe, Broca et aux Américains de la guerre de la Sécession.

S'il est une vérité, Messieurs, qui s'impose de plus en plus tous les jours, en anthropologie, c'est la nécessité de ne pas se fier à de petits nombres d'observations, et d'en accroître le plus possible, au contraire, la quantité. Une conclusion n'a de valeur qu'en proportion des nombres sur lesquels elle repose. Toujours vraie, cette proposition l'est davantage lorsqu'on a affaire aux populations réparties à la surface du globe.

Je l'ai répété à satiété en tous lieux : il n'y a pas de races pures, il n'y a que des peuples formés de races diverses remontant plus ou moins loin. La notion de races est dans notre esprit. C'est celle de ressemblances se perpétuant dans le temps à travers les mélanges incessants qui les troublent, les masquent ou les faussent. Les individus, faisant partie d'un groupe quelconque de population, présentent entre eux de grandes différences pour deux raisons. La première, c'est que dans tout individu il entre des proportions diverses de races multiples qui concourent à la composition du groupe auquel il appartient. La seconde, c'est qu'étant supposé ce qui n'existe pas, un groupe humain pur, c'est-à-dire formé par une seule race, les individus de ce groupe présentent encore des différences considérables, des variations capricieuses de chacun de leurs caractères autour d'un centre idéal, qui est l'expression maxima ou typique de la race.

La couleur des yeux et des cheveux varie comme tous les caractères anthropologiques sous cette double influence, même dans les popula-

tions les moins mélangées et, à plus forte raison par conséquent, dans les populations de l'Europe auxquelles nous avons affaire. Lorsqu'on ne l'observe que sur un nombre insuffisant d'individus, le hasard peut donner des prédominances en contradiction absolue avec la forme caractéristique de la race la plus représentée dans le groupe examiné. Pour lutter contre ce hasard il n'y a que le nombre.

Ce qu'il y a à déterminer, en somme, c'est le type principal de couleur, nuance et ton que présente une population, c'est-à-dire la couleur qui se répète le plus souvent sur les individus ou qui donnerait la moyenne, s'il était possible d'enregistrer les couleurs par des chiffres susceptibles de céder au calcul. Ou mieux encore, ce sont les proportions respectives des races caractérisées par des couleurs différentes qui se disputent la suprématie numérique dans les mélanges en tous sens qui se sont produits et se produisent encore dans nos populations. De là l'une des raisons, pour connaître le véritable type principal d'un groupe, de s'adresser à une multitude de travailleurs opérant avec unité dans un même sens. D'où, par conséquent, la plupart de ces travailleurs n'étant pas préparés au sujet, la nécessité de leur fournir un programme net et simple, ne prêtant à aucun malentendu, à aucune fausse interprétation.

Dans les Instructions anthropologiques il y a une distinction à établir : les unes s'occupent des voyageurs dans les pays lointains et entendent leur fournir les moyens de décrire exactement et avec détail, un ou plusieurs indigènes plus ou moins curieux, à la rigueur une centaine. Les autres ont en vue des statistiques opérées sur une grande échelle, dans un pays déterminé. Il est évident qu'elles ne peuvent être conçues dans le même esprit et que si les premières permettent une certaine complexité, les secondes doivent avoir pour première qualité la brièveté et une extrême simplicité. Pour obtenir le concours de beaucoup il faut demander peu.

Les instructions anthropologiques de Broca, publiées en 1865, étaient destinées aux voyageurs. Quelques pages et un tableau chromatique y étaient consacrés à la couleur. Les suivantes ayant le même but furent celles de l'Association britannique pour l'avancement des sciences en 1874. Les instructions allemandes ne vinrent qu'après, en 1875.

Le premier qui ait compris la nécessité du nombre dans les observations de la couleur et de véritables statistiques sur le sujet, est le docteur Beddoe, de Bristol, avant que la Société d'anthropologie de Paris n'eût été fondée et par conséquent avant les Instructions de Broca. D'emblée, ne prenant conseil que de lui-même, il institua une méthode se préoccupant du nombre, c'est-à-dire n'ayant que des divisions simples et peu de divisions. Il commença ses observations avant 1857 qui est la date de ses premiers résultats publiés.

Pendant 25 ans il parcourut le monde, ne demandant l'assistance de personne en proportion de son travail personnel et aboutit l'année dernière à un ouvrage reposant sur près de 100,000 observations personnelles.

Les Américains se placent, dans cet historique, entre Beddoe et Broca. Ce sont eux qui instituèrent les premières statistiques portant sur de véritables masses et relevées par des mains différentes. La commission fut nommée en 1861. Sans précédent, ignorant même, m'a-t-il paru, les recherches du Dr Beddoe, elle trace un programme en vue d'arriver promptement à de grands chiffres. Profitant d'une guerre gigantesque qui, dans notre vieille Europe, n'eût laissé place à aucun sang-froid de ce genre, elle organisa un vaste laboratoire anthropologique, commit des fautes, recommença et finalement aboutit au monument anthropométrique le plus considérable que nous possédions. Au nombre de ses Instructions se trouvait le relevé de la couleur des yeux, des cheveux et de la peau. La somme totale des observations qu'ils obtinrent sur ce sujet s'élevait à 668,000, se répartissant par nationalités européennes et par États américains.

L'Europe n'entre dans la voie inaugurée par l'Amérique qu'en 1873. L'initiative vint d'Allemagne. Cette année, M. Virchow proposa au Congrès des anthropologistes allemands réunis à Wiesbaden, de recenser tous les élèves des écoles au point de vue de la couleur à la fois des yeux, des cheveux et de la peau. L'année suivante, en 1874, au Congrès de Dresde, il exposait le programme qu'il avait adopté et montrait déjà les premiers résultats obtenus par la ville de Brême sur 19,595 enfants. L'année d'après, en 1875, tandis que le Dr Guttstadt, directeur du bureau de statistique du royaume de Prusse, rassemblait 4,127,766 observations dans les provinces du Nord, M. Mayr, au Congrès de Dresde, publiait les relevés en Bavière sur 760,000 enfants. En 1876, M. Virchow peut donner au Congrès d'Iéna et au Congrès international de Budapest un premier aperçu des résultats généraux. En 1877, au Congrès de Constance, il fait ressortir quelques autres points, tandis que M. Korosi, frappé de sa communication de l'année précédente, communique le résultat des relevés, cette fois en Hongrie, à Budapest. L'impulsion s'étendait. En 1879 c'était le tour de la Belgique. M. Vanderkindere publiait la carte de la couleur des yeux et des cheveux, mais sans la peau, dans ce pays. En 1881 M. Kollmann, de Bâle, l'un des membres étrangers qui ont souvent pris part ici à nos discussions dans les congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, publiait la même répartition en Suisse, mais en tenant compte de la peau. En 1884, le Dr Schiemmer la faisait connaître en Autriche, moins la Hongrie et la Galicie. Parallèlement, l'Angleterre, après avoir revu ses méthodes, commençait une semblable

statistique dans les trois îles britanniques, mais sur l'adulte. La Russie, ayant adopté la méthode Ikoff, se préparait. La Galicie, de son côté, apportait son premier contingent en 1875 avec MM. Mayer et Kopernicki, et son second en 1886. Puis la Turquie avec M. Weisbach en 1886. Quant à l'Italie, elle marche mais plus lentement : M. Raseri a relevé quelques 600 communes, M. Rubbiani, la ville de Bologne; la centralisation manque. La dernière statistique mise en train est celle du gouvernement des Indes-Orientales où l'on a adopté officiellement la méthode que je préconise dans mes *Éléments d'anthropologie générale*. Le dernier rapport publié est celui de M. Virchow dans les premiers mois de cette année; il porte sur 6,758,827 individus. Des cartes d'une grande valeur ont paru parmi lesquelles je citerai, pour ne parler que de celles que j'ai examinées avec soin, celles de l'Angleterre, de la Belgique, de la Suisse et de l'Allemagne. Ces dernières sont très complètes et très instructives.

L'absence de la France dans ce concert européen et ultra-européen sur le terrain neutre de la science est, il faut le reconnaître, regrettable.

Suit une liste des principales statistiques publiées auxquelles je viens de faire allusion, avec les nombres d'observations.

États-Unis.	668,000 observations.
Angleterre.	100,000 environ.
Bavière	760,000
Galicie	7,198
Slaves de l'Adriatique. . .	2,119
Budapest	15,612
Suisse	405,609
Belgique	608,698
Autriche	2,304,501
Allemagne.	6,758,827

Messieurs, je ne puis ici exposer les programmes suivis dans ces différentes circonstances, les discuter et vous développer ma propre méthode dans les conditions particulières où je suis appelé à en faire l'application. Ce serait tout une longue monographie que ne comporte pas le temps dont nous disposons. Elle se diviserait en deux parties qui porteraient l'une sur la récolte des matériaux et la conduite à suivre par les observateurs improvisés ; l'autre la mise en œuvre de ces matériaux, en vue du but à atteindre : une carte faisant concourir le caractère, couleur des yeux et des cheveux, à la connaissance de la répartition des éléments constituants de notre nationalité française.

Il me suffira de vous dire que je comprends toute la responsabilité qui m'incombe, que depuis six ans plus particulièrement je me préoccupe de ce projet, que la méthode à laquelle je conclus a été longuement

méditée, expérimentée et analysée par moi sous tous ses aspects sur les sujets eux-mêmes. Cette méthode remplit les deux conditions principales voulues : elle permet à tous de collaborer à l'œuvre commune, elle donne le minimum possible d'écart individuel.

Quant à la peine, pour ceux qui voudront bien répondre à ma sollicitation, elle sera minime. Il ne s'agit que de remplir une feuille répondant à cent observations, en faisant un trait dans certaines colonnes et ajoutant un ou deux renseignements. Tous peuvent opérer directement sur les personnes autour d'eux, sans distinction de sexe, les médecins sur leurs clients, les employés des administrations sur leurs subordonnés, les chefs et surveillants sur leurs ouvriers, les officiers de l'armée de terre et de mer sur leurs hommes.

Je ne demande que des adultes. Les lois du développement de la couleur font qu'on ne peut se fier aux enfants. Il sera toujours temps, si nous le voulons, de recourir à eux si nous voulons des statistiques rigoureusement comparables à celles des Allemands. Je comprends volontiers les instituteurs parmi ceux auxquels je m'adresse, mais pour opérer sur les adultes qui les environnent et non sur leurs enfants.

En somme, Messieurs, je m'adresse à tous sans distinction de spécialité scientifique, c'est-à-dire à tous les membres de l'Association française, mais je compte particulièrement sur vous, les membres de la section d'anthropologie. Accordez-moi votre concours : inscrivez-vous ou envoyez-moi votre adhésion à mon adresse particulière : Dr Topinard, directeur de la *Revue d'anthropologie*, 105, rue de Rennes, Paris. Il s'agit de montrer à l'administration que nous savons nous unir en vue d'un effort commun et que l'initiative privée est une force au sein de l'Association française.

Suivent, pour compléter cette communication, les trois pièces que j'enverrai en dernier ressort : 1° la lettre d'avis, 2° les instructions sur la façon d'opérer, 3° la feuille à remplir. J'espère que cette publication achèvera de décider à me prêter leur concours les personnes qui hésiteraient tout d'abord, craignant que le relevé ne leur prenne trop de temps ou ne soit trop méticuleux [1].

INSTRUCTIONS SUR LA COULEUR DES YEUX ET DES CHEVEUX.

La première condition de succès, dans toute statistique, c'est l'unité d'action de la part de toutes les personnes qui y concourent. Chacun doit donc se conformer à ces instructions et les suivre à la lettre en ce qui regarde les groupes, et dans leur esprit en ce qui regarde la manière d'observer.

La couleur des yeux et des cheveux est la résultante de deux éléments : la nuance et le ton. La nuance n'a pas l'importance qu'on croit ; le ton, c'est-à-dire

1. Quelques développements ont été ajoutés depuis dans les *Instructions* envoyées.

la quantité de pigment que présente l'iris, est le facteur vraiment utile en anthropologie, celui auquel s'attache la statistique demandée. Cependant, bleu et clair sont des synonymes pour les yeux, quoiqu'il y ait des yeux clairs d'autres nuances claires. De même brun et foncé.

Pour les yeux, comme pour les cheveux, notre statistique n'admet que trois groupes fondamentaux : foncés, moyens et clairs. Toutefois, à côté des cheveux blonds clairs se placent les cheveux roux, formant une catégorie distincte.

La question à se poser est la même de part et d'autre.

Les yeux et les cheveux sont-ils plus foncés ou plus clairs que les modèles moyens, au nombre de trois pour chaque, placés en tête de la feuille d'observation ? S'il y a doute, se décider pour le groupe moyen. Il en résulte que ce groupe moyen renfermera à la fois tous les cas intermédiaires répondant à peu près aux modèles représentés et tous les cas où l'on sera embarrassé. Tandis que les deux groupes extrêmes : foncés et clairs, renfermeront tous les cas fermes.

Les modèles en tête de la feuille devront donc être souvent consultés. Ils seront regardés à bon jour, à bout de bras pour les vues ordinaires, de façon à n'avoir qu'une impression générale. Ces modèles n'ont, du reste, la prétention de donner que des exemples des cas les plus fréquents rentrant dans le groupe moyen, savoir, pour les yeux : A, le marron verdâtre ; B, le gris ardoisé ; C, le verdâtre (vert d'eau). Pour les cheveux : D, le châtain rougeâtre ; E, le châtain jaunâtre ; F, le châtain cendré.

Lorsque entre les cheveux blonds et les cheveux roux on hésitera, trancher la différence en faveur des cheveux blonds.

Il n'existe pas d'yeux noirs à proprement parler ; ce sont des yeux bruns, c'est-à-dire foncés.

Accessoirement il y a deux colonnes pour les yeux clairs ; l'une, pour les yeux manifestement bleus, l'autre, pour les yeux clairs d'autres nuances. Ces deux genres d'yeux appartiennent au même groupe, mais il n'en coûte pas plus de les pointer séparément.

Accessoirement aussi, il y a deux colonnes pour les cheveux foncés : l'une, pour les cheveux noir absolu, ou noir de jais, ou plume de corbeau ; l'autre, pour les cheveux foncés ordinaires, c'est-à-dire bruns. Ils ne forment qu'un même groupe dans notre statistique, mais il n'en coûte pas plus de les séparer.

Recommandations. — Écarter les albinos. Ne prendre que des sujets de 18 à 60 ans environ. Pour les cheveux grisonnants, pointer dans la colonne que l'on jugera correcte, mais avec un zéro (0) et non avec un trait. Ne pas pointer les cheveux *gris* ou *blancs*, mais les indiquer dans la colonne des remarques par un G ou un B. Se défier des cheveux teints ou décolorés artificiellement.

Manière d'observer. — Pour les yeux, la question du jour est majeure. Toute lumière artificielle est interdite. Regarder à une distance qui varie suivant la vue, mais telle que les détails topographiques de l'iris et ses divergences de couleur se fondent en une impression générale unique. Tourner le dos à la lumière, tandis que le sujet la reçoit en plein, son regard regardant légèrement de côté. Redouter un jour trop vif qui éblouit le sujet, ou un mur réverbérant la lumière, autant qu'un jour insuffisant, sombre, ou un ciel noir. Lorsque l'œil est trop éclairé, ou regarde au loin, l'iris se contracte et l'œil paraît plus clair. Lorsque l'œil est mal éclairé ou regarde près, l'iris se dilate et l'œil paraît plus foncé. Les arcades sourcilières saillantes et les sourcils touffus projettent sur l'œil une ombre qu'on atténuera en faisant relever un peu la tête. Se défier du contraste des yeux

clairs avec des cheveux foncés sur le même sujet qui fait paraître les yeux foncés, et réciproquement.

Pour les cheveux, il n'est pas nécessaire de se mettre à distance et la position à prendre est l'inverse de celle pour les yeux. Le sujet sera placé entre le jour et l'observateur, et un peu sur le côté. Il faut que l'air et la lumière jouent dans ses cheveux. Le côté de la tête en arrière de l'oreille est l'endroit le plus avantageux à regarder.

Les personnes plus particulièrement à même de contribuer au travail demandé sont les suivantes :

Les chefs de service et internes des hôpitaux et asiles de toutes sortes sur les malades ;

Les chefs, contremaîtres, surveillants et médecins d'administrations ou usines sur le personnel de l'établissement ;

Les médecins dans leur clientèle ;

Toute personne faisant partie d'un groupe quelconque : société, assemblée, cercle, dont les membres se prêteront volontiers à ce genre de recensement ;

Tout employé sur les personnes se présentant quotidiennement à son bureau ;

Les instituteurs, non sur les enfants qui leur sont confiés, mais sur les personnes adultes quelconques autour d'eux ;

Les médecins et officiers de l'armée et de la marine.

Etc., etc.

ANTHROPOLOGIE DE LA FRANCE.

CARTE DE LA COULEUR DES YEUX ET DES CHEVEUX.

Nom, profession et adresse de l'observateur ______________________________

Département et arrondissement où il opère ______________________________

A renvoyer au Dr Topinard, directeur de la Revue d'anthropologie, 105, *rue de Rennes, Paris.*

Exemples d'yeux et de cheveux MOYENS.

3 groupes d'yeux . . . { Bruns ou foncés. / MOYENS. / Bleus ou clairs.

4 groupes de cheveux. { Brun foncé et noir absolu. / MOYENS (châtains). / Clairs { Blonds. / Roux.

(Voir la planche hors texte.)

Ces types à regarder à bon jour.

Sujets de 18 à 60 seulement.

Pointer avec un trait oblique, dans la colonne voulue, comme dans l'exemple donné à la première ligne.

Regarder les yeux à distance de façon que les détails de l'iris et ses divergences de couleur se fondent en une impression unique. Tous yeux qu'on hésite à ranger, soit avec les bruns ou foncés, soit avec les bleus ou clairs, seront pointés avec les yeux MOYENS.

Les cheveux MOYENS, d'après le même principe, sont ceux qui ne répondent *avec certitude*, ni à l'épithète de noir ou de brun foncé, ni à celle de blond, ni à celle de roux. Lorsqu'on hésite entre le blond et le roux, préférer le blond.

(Voir Instructions détaillées ci-jointes.)

N°	SEXE.		Âge approximatif.	LIEU DE NAISSANCE.		YEUX.				CHEVEUX.					OBSERVATIONS particulières (telles que cheveux blancs).
								CLAIRS		FONCÉS.			CLAIRS.		
	Homme.	Femme.		Ville ou arrondissement.	Département.	FONCÉS.	MOYENS et incertains.	Bleus.	Autres.	Noirs absolus.	Bruns foncés.	MOYENS et incertains.	Blonds.	Roux.	
Exemp.	/		22	Clerm.	P.-de-D.			/					/		
1															
2															
99															
100															
Totaux.															

Observations générales ______________________________

____

Signature de l'opérateur ______________________________

Date de la clôture de la feuille ______________________________

M. Ch. BOSTEAUX

Maire à Cernay-lès-Reims.

FOUILLES GAULOISES EN 1885-1886

— *Séance du 14 août 1886.* —

Cette année a été plutôt une campagne d'observation et d'études qu'une année de fouilles, quoique cependant j'aie à présenter à l'Association française quelques bonnes pièces.

Ces études faites sur les lieux mêmes et avec l'aide des cadastres de notre région, m'ont mis sur la piste de nombreux cimetières de l'époque gauloise, lesquels pour la plupart n'ont pas encore été explorés.

Ce travail étant trop compliqué pour entrer dans le cadre des comptes rendus de l'Association française, je l'ai soumis au concours de l'Académie nationale de Reims qui lui a décerné une médaille d'or de 200 fr. le 22 juillet dernier.

Fouilles.

Le 8 septembre 1885, je pratiquais encore la fouille d'une tombe gauloise au cimetière des Barmonts (Cernay). Cette tombe contenait un squelette et trois vases placés près du côté droit de la tête; ces poteries se composaient d'un vase à conserver verni au graphite et orné de pointillés en creux faits à l'ébauchoir, et deux petites coupes ou jattes en terre noire. Ces trois vases étaient très bien conservés.

Le 25 décembre 1885, dans une excursion, je mettais à découvert un cimetière gaulois sur le territoire de Prunay (Marne), au lieudit *le Champ Cugnié*. Dans une tombe que je fouillai, se trouvait un squelette dont les ossements étaient presque complètement pourris, un vase brisé et une fibule en fer oxydé.

Le même jour, sur le territoire de Beine, je faisais la reconnaissance d'un cimetière gaulois au lieudit *le Tomois-de-Mouchery,* petite éminence dominant l'emplacement d'un ancien village détruit. Je fis la fouille de deux tombes gauloises dans lesquelles les ossements étaient épars et les vases brisés, seulement je ramassai sur la craie, au fond de la fosse, deux monnaies gauloises catalauniennes.

Quelques jours après je signalais cet emplacement à M. Coyon, à Beine ; il ne recueillit aussi que quelques monnaies gauloises dans chaque tombe violée.

Le 10 janvier 1886, sur le territoire de Pontfaverger, au lieudit *le Pont-Chaton,* sur les bords de la rive droite de la Suippes, je fis la reconnaissance d'un cimetière gaulois sur l'emplacement duquel ont existé des substructions romaines. J'ai recueilli dans une sépulture qui a dû être une tombe à char violée, des débris de poteries noires plus ou moins ornées, deux porte-guide en bronze et le bout d'un timon du char ou une frette d'essieu, également en bronze, les deux anneaux porte-guide sont soudés sur deux pitons concaves fichés sur les bâtons fixés sur le timon.

Un très beau vase gaulois orné de stries, également trouvé près de cette tombe, est à Pontfaverger chez M. Colinet-Colin.

Le 24 janvier 1886, sur le territoire de Vitry-lès-Reims, je pratiquai la fouille de quatre tombes gauloises aux lieux dits *la Voie du Haut-Chemin* et *la Voie Carlat.* La première était la tombe d'un enfant inhumé dans une tombe d'adulte violée, elle contenait un petit bracelet en bronze et un petit vase en terre noire. La deuxième, qui était une tombe d'adulte, contenait deux vases à conserver dont un a pour ornement sur son pourtour des couronnes faites à coups d'ongles dans la poterie encore tendre.

La troisième contenait plusieurs vases brisés. La quatrième était la

sépulture d'un guerrier, la fosse avait un mètre de profondeur. A la profondeur de 50 centimètres, je trouvai le bout pointu en fer servant à ficher en terre la hampe de la lance, ensuite le brassard ou l'*umbo* en fer du bouclier, et enfin le squelette couché de son long, ayant le crâne aplati ; sa lance était placée de champ près de sa tête ; sous son bras droit se trouvait son épée dans son fourreau et par-dessous deux belles chaînes en bronze artistement faites et articulées.

Le personnage de cette tombe avec ses attributs vient encore une fois de plus nous confirmer que ce guerrier gaulois de la Marne ne portait ni *torques,* ni bracelets.

Le 18 avril 1886, dans une excursion sur le territoire de Wez (canton de Verzy), je pratiquai des fouilles au lieudit *la Fosse-à-Trema.* Beaucoup de fosses étaient visibles, mais toutes avaient été violées ; le même jour je retournai à Prunay, au lieudit *le Champ Cugnié,* où je fis la fouille de deux tombes gauloises. La première, qui avait $1^m,20$ de profondeur, avait son squelette en place accompagné de quatre vases à sa droite, dont une élégante petite coupe en terre rouge violacé et trois vases à conserver en terre noire. La mâchoire inférieure du squelette était toute verdie par l'oxyde de cuivre d'une parure portée par l'individu et que je n'ai pu retrouver, elle a dû être rejetée hors de la tombe par les lapins qui y avaient établi leur terrier près de la tête du squelette. La deuxième tombe était double, les deux squelettes étaient superposés, un très beau vase à conserver se trouvait aux pieds du squelette qui était au fond de cette tombe.

M. le Dr POMMEROL

A Gerzat (Puy-de-Dôme).

SUR DES PIERRES A BASSINS ET A ÉCUELLES OBSERVÉES DANS LA LOIRE ET LE PUY-DE-DOME

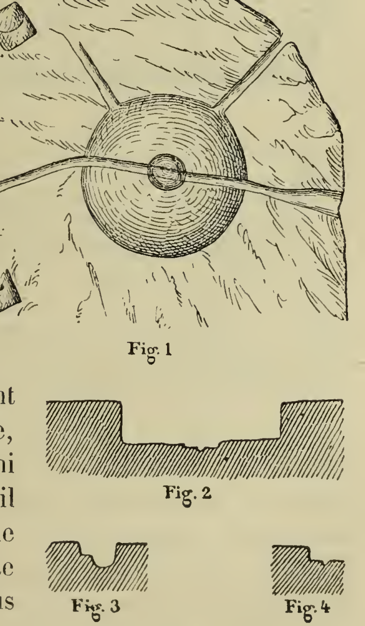
— *Séance du 13 août 1886.* —

I

Nous nous proposons de donner ici la description d'un certain nombre de *Pierres à bassins* ou *à écuelles* qui ne sont pas encore connues, et que nous avons observées dans les départements de la Loire et du Puy-de-Dôme.

1. *Le rocher de l'Hermitage.* — Il est situé sur le flanc de la montagne de l'Hermitage, dans le département de la Loire. Les gens des environs l'appellent *Perrotine* ou *Peiro-Boutine,* c'est-à-dire *Pierre aux Chèvres.* Haut de six à sept mètres et placé dans une situation pittoresque, il domine une gorge large et profonde, couverte de bois et de prairies. Dans le fond coule la source du Lignon sur laquelle s'élève la chapelle de Sainte-Marie-au-Désert. Il se trouve dans le jardin du couvent et c'est en excursion du Club alpin que la découverte en a été faite. On monte sur ce rocher par des degrés grossièrement taillés dans le granit.

Sur la plate-forme qui couronne le sommet, on remarque un grand bassin circulaire d'un mètre quarante de diamètre et de trente centimètres de profondeur. Au centre est une dépression arrondie large de quinze et profonde seulement de quelques centimètres. La surface supérieure du rocher est traversée suivant la direction N.-S. et suivant le diamètre du bassin par une rigole de dimensions inégales, dont la largeur et la profondeur varient de quinze à dix centimètres ; au S. elle aboutit au bord abrupt du rocher, au N. elle se perd sur la plate-forme même. Elle intéresse non seulement la surface naturelle de la pierre, mais encore le fond du bassin, tout en respectant la paroi verticale de cette cavité. Une seconde rigole part, suivant la direction S.-E., du bord du bassin et se termine de la même manière que la précédente. Une troisième rigole prend la direction N.-E., se détache du bassin et va près d'une petite cavité carrée supérieurement, de trente centimètres de côté et à fond circulaire.


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4

Pour terminer la description de ce rocher curieux, nous ajouterons que ces divers bassins et rigoles semblent avoir été taillés avec un pic métallique, que leurs surfaces ne sont ni polies ni usées, mais un peu rugueuses, et qu'il existait autrefois sur la plate-forme une petite chapelle abritant sans aucun doute des pratiques superstitieuses que nous n'avons pu retrouver (fig. 1 à 4).

2. *La Pierre de Malintrat.* — Elle consiste en un bloc cubique d'arkose long de quarante-cinq, large de quarante et haut de trente

centimètres. Il se trouve aujourd'hui près d'une maison en face de l'église, mais il provient des fondations d'une masure voisine d'une station gallo-romaine. Il présente sur sa face supérieure et disposées d'une manière irrégulière sept cavités dont l'une, simple cupule à peine marquée, est de très petite dimension. Elles sont de forme à peu près circulaire : les unes ont le fond conique, les autres le fond sphérique ; leur diamètre varie de cinq à onze centimètres, et leur profondeur de quinze à quarante-trois millimètres ; celles-ci ont le fond uni, presque poli ; celles-là ont été altérées dans leur forme primitive, sont moins régulières et à surface plus rugueuse. Ce bloc, avant d'appartenir aux fondations dont il a été extrait, faisait certainement partie de quelque édifice important plus ancien. Peut-être provient-il du temple qui devait s'élever au sein de la station gallo-romaine de Chagnat (fig. 5 et 6).

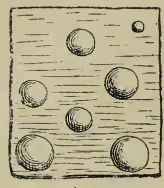


Fig. 5

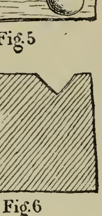


Fig. 6

3. *La Pierre de l'église de Sauxillanges.* — Cette église appartient au xve siècle. L'entrée occidentale est ornée de soubassements formés de grosses dalles d'arkose sur lesquelles reposent les colonnes du portail. On observe des cupules sur deux des principales dalles : celle de gauche présente trois de ces petites cavités, à peu de distance les unes des autres ; sur celle de droite, elles sont au nombre de deux. Leur forme est parfaitement circulaire, leur fond un peu conique, lisse et poli. Une patine blanchâtre les revêt, attestant une altération particulière de la pierre. Leur diamètre varie de trois à cinq centimètres et leur profondeur de cinq à trente millimètres (fig. 7 et 8).

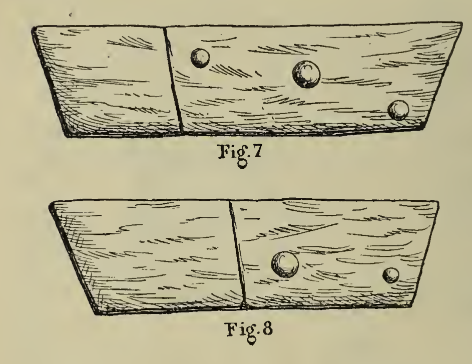


Fig. 7

Fig. 8

4. *La Pierre de l'église de Gerzat.* — L'église de Gerzat est en partie du style roman, en partie du style gothique ; elle remonte au ixe et au xiiie siècle. De chaque côté du portail S., on peut voir, construit en plein mur, un arceau reposant sur une large dalle de basalte celluleux. L'arceau de gauche déborde en dehors ; celui de droite fait saillie en dedans de l'église et présente extérieurement une croix verticale tracée sur un bloc de pierre occupant une position centrale (fig. 10). Le premier touche au portail même, le second en est distant de dix mètres environ.

La pierre qui forme le soubassement du dernier arceau ne présente

rien d'extraordinaire, tandis que celle du premier porte une série de cupules au nombre de trente, et disposées sans ordre sur toute la surface de la dalle. Leurs dimensions ne sont pas exactement les mêmes. Les diamètres varient de trois à sept et les profondeurs d'un à trois centimètres. Celles qui confinent au portail paraissent plus anciennes et sont parfaitement arrondies ; leur surface est lisse et patinée comme sont les cupules de Sauxillanges. Les autres sont à bords plus irréguliers, à surface plus inégale et paraissent faites avec moins de soin.

Au centre de la pierre se trouve la cupule la plus large et la plus profonde. Deux d'entre elles sont situées sur le bord même de la dalle et se déversent à l'extérieur par une petite rigole. Deux autres, situées plus en arrière, sont reliées par un canal moins profond qu'elles. Une dernière enfin se trouve en partie recouverte par la maçonnerie, mon-

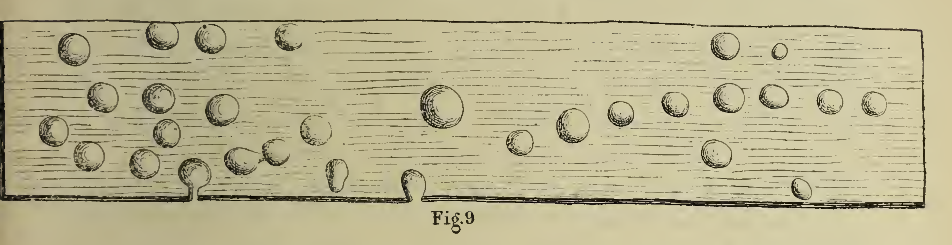


Fig.9

trant ainsi qu'elle était déjà creusée avant la construction du monument (fig. 9).

Quelle peut être la destination de ces sortes d'autels cintrés, faisant saillie en dehors du mur et tournés l'un et l'autre en sens opposés ? Lors de l'édification de l'église, il devait exister, sur l'emplacement même, deux choses d'une certaine importance, pour qu'on ait cru devoir les indiquer par une construction toute spéciale. Suivant nous, ce sont les tombeaux de deux saints personnages que l'on a voulu marquer ainsi ; et la croix tracée sur la pierre que nous avons mentionnée semble le démontrer avec assez d'évidence (fig. 10).

Fig 10

Si l'un des tombeaux a été tourné en dehors, c'est qu'il était probablement l'objet de pratiques païennes que le clergé, tout en les tolérant, a voulu chasser de l'intérieur du sanctuaire.

II

L'étude des pierres à bassins et à écuelles a provoqué diverses interprétations de la part des anthropologistes modernes. Jusqu'à ce jour cependant, nul ne paraît d'accord pour leur assigner une origine et une destination certaines. Nilsson pense qu'elles ont servi aux sacrifices

humains, parce qu'une des plus intéressantes qu'il a observées s'appelle *Balder-Steine* ou *la Pierre de Baal*.

Les archéologues anglais, parmi lesquels Greenwell, Wilkinson et Graves, ont avancé différentes hypothèses. Les uns croient qu'elles ont dû, à la façon d'une carte, représenter des constellations, le système solaire, des camps et des cités antiques ; les autres pensent qu'elles sont un genre archaïque d'écriture, d'anciens autels à sacrifice, des pierres à magie ou à nécromancie. Dickson dit qu'elles sont en relation avec le culte de Mithras ou du Soleil apporté en Bretagne par les Romains. Rivett-Carnac, d'après ses observations faites dans l'Inde, prétend qu'elles se rapportent aux pratiques du culte du *lingam* ou de la fécondation.

Suivant Desor, elles marqueraient d'anciennes limites de territoire ou auraient été destinées à rappeler certains événements remarquables. Dans l'intérieur des églises de Suède, elles servent encore de bénitiers. En Allemagne, on les appelle les *Pierres d'Elfes*. Les elfes sont les âmes des morts, et pour s'attirer leur protection ou éviter leur vengeance, on vient déposer des présents dans les cupules.

Les explications, on le voit, sont nombreuses et variées, et pour le moment nous ne voulons retenir que la dernière qui nous représente les pierres à écuelles comme ayant une relation très étroite avec le culte des morts.

En examinant la pierre à cupules de l'église de Gerzat, placée sur un tombeau, nous sommes obligé d'admettre entre ces deux faits une réelle connexion. On peut, du reste, trouver d'autres preuves qui viennent confirmer cette manière de voir. Sur la route de Naplouse à Jérusalem, on voit un petit monument funéraire appelé le tombeau de Joseph. A chaque extrémité existent des piliers creusés à leur sommet et destinés probablement à recevoir des offrandes. En Bretagne, chaque pierre tombale possède une cavité où l'on verse de l'eau bénite, le soir de la Toussaint. En Allemagne, on frotte les cupules de certaines églises avec de l'huile ou de la graisse.

Il nous paraît donc très naturel d'admettre qu'un certain nombre de pierres à écuelles ont servi au culte des morts. Elles constituaient sans doute des récipients dans lesquels on venait, à certains moments, déposer des substances destinées à l'alimentation de l'âme des trépassés. Après les aliments véritables, comme l'huile et la graisse, on a apporté de l'eau bénite comme on fait encore dans les cimetières bretons. La patine blanchâtre qui se remarque sur les cupules des églises de Gerzat et de Sauxillanges viendrait appuyer notre interprétation, parce qu'une pareille altération de la pierre ne peut avoir été produite que par l'action longtemps continuée d'une substance étrangère.

Mais ce n'est pas seulement au culte des morts que les pierres à écuelles semblent avoir servi. Bien d'autres superstitions s'y rattachent. Ainsi à la Banne d'Ordenche, dans le Puy-de-Dôme, les gens du pays se rendent en procession près d'un bassin creusé dans le basalte et qu'ils appellent *fenêtre* ou *tronc de saint Laurent*. Ils viennent y demander la pluie pour leurs récoltes, la guérison de leurs maladies, et dans la cavité déposent en offrande des pièces de monnaie.

Sur la commune de Vertolaye, dans le même département, existait jadis une roche branlante creusée profondément à sa face supérieure. Suivant la légende, c'était là l'empreinte du pied du cheval de saint Martin traversant au galop les vallées et les torrents. Chaque année, le jour de la fête du saint, les mères de famille venaient, pour les faire grandir, y bercer leurs enfants. A Spa, en Belgique, les femmes qui veulent concevoir mettent leur pied dans un creux de rocher qu'on appelle le *pied de saint Renacle*. Passons en Asie : au sommet du pic d'Adam, dans l'île de Ceylan, existe une dépression que les bouddhistes nomment le *pied de Bouddha*, et les musulmans le *pied d'Adam*. Cette pierre, à laquelle se rattache plusieurs légendes, est devenue de la part des habitants le but d'un véritable pèlerinage et l'objet d'un culte superstitieux.

Les bassins et les rigoles de la montagne de l'Hermitage étaient-elles en rapport avec le culte des morts ou avec toute autre pratique religieuse ? A cause de leur voisinage avec la source du Lignon qui est encore en grande vénération, nous serions disposé à les rattacher au culte même des fontaines, si florissant aux époques gauloise et gallo-romaine.

Peut-être était-ce dans ces cavités qu'on venait apporter les offrandes et faire les libations aux déesses des eaux et des sources. Peut-être aussi les Druides y faisaient-ils des sacrifices humains. Nous poserons simplement ces questions, car nous ne possédons encore aucun fait très certain qui nous permette de les résoudre. On a objecté contre cette manière de voir que le grand bassin de Perrotine aurait été employé comme meule dormante d'un moulin à vent. En ce cas, la surface interne de cette prétendue meule serait polie, usée par frottement; et nous avons vu qu'une pareille disposition n'existait pas. On constate en outre à la surface du rocher des morceaux de fer scellés dans le granit. Ils servaient évidemment à assujettir les poteaux qui soutenaient la toiture de la petite chapelle assise autrefois sur la plate-forme ; et c'est, sans contredit, pour détruire, altérer ou transformer d'anciennes pratiques païennes que cette chapelle avait été édifiée. Le catholicisme avait voulu sanctifier ainsi le culte essentiellement gaulois des rochers et des sources.

M. le Dr R. COLLIGNON

Médecin-major au 25e de ligne, à Saint-Denis (Seine).

ESSAI D'ETHNOLOGIE DE LA TUNISIE

— Séance du 14 août 1886. —

Appelé par les nécessités du service militaire à passer 3 ans en Tunisie, nous nous sommes efforcé d'utiliser notre séjour en ce pays, encore inconnu au point de vue anthropologique, en essayant de diminuer la confusion qui existe en général dans les idées, au sujet des populations arabes et berbères. Ayant du temps devant nous, et la certitude de pouvoir parcourir le pays à peu près en tous sens, nous nous sommes arrêté à la méthode suivante appliquée le plus rigoureusement possible : 1° réunir en nombre suffisant pour *toutes* les localités, ou peu s'en faut, les 3 mesures les plus importantes : taille, indice céphalique, indice nasal ; 2° étudier par grands groupes de région, et autant que possible dans les localités qui sembleraient révéler des types spéciaux, les mesures de la tête (hauteurs et largeurs diverses) et les proportions du corps. En somme, nous désirions nous mettre, autant que faire se peut, à l'abri du hasard et surtout du parti pris, en opérant, non sur des groupes *a priori* supposés plus purs que d'autres, mais sur la Tunisie entière. Sans doute, malgré tous nos efforts, quelques localités nous ont échappé, il en est d'autres où nous n'avons pu recueillir que des renseignements moins complets que nous ne l'aurions désiré, mais en général, pour environ les 2/3 des villes et villages de la Tunisie, la série suffisante a été obtenue. Les nomades ont aussi été étudiés, mais moins en détail.

Ne pouvant, dans les limites qui sont imposées ici, donner nos chiffres *in extenso* [1], nous nous contenterons d'exposer les résultats établis en les appuyant des 3 cartes de répartition de la taille, de l'indice céphalique et de l'indice nasal, localité par localité, et d'une carte ethnographique générale (pl. XV, XVI, XVII et XVIII), résumé des données acquises.

L'examen de ces cartes établit les faits suivants :

Taille. — Une zone centrale de petites tailles d'environ 1m,63 ; 2 groupes de petites tailles sur le littoral, à Kalaa et à Kesser-el-Hal, près de Sousse : chacun est entouré d'un champ de tailles moyennes qui

1. Voir, pour plus de détails, mon mémoire *in extenso,* dans le *Bulletin de Géographie historique et descriptive du Comité des travaux historiques,* tome I, 1886, où ont été publiées les quatre cartes qui accompagnent ce travail.

graduellement forment la transition jusqu'aux régions de plus haute taille 1m,67 à 1m,70.

Indice céphalique. — 1° 3 régions brachycéphales : 1° à Djerbah 81,6, 2° à Kalaa 80,5, 3° à Kesser-el-Hal 79,8, c'est-à-dire sur 2 des points où nous avions abaissement de la taille ;

2° Une zone mésaticéphale coupant le pays en deux, à peu près à hauteur de Bizerte et descendant jusqu'au Nefzaoua.

3° Une zone dolichocéphale vraie, 74 et au-dessous, englobant entre autres la région centrale où nous trouvions de petites tailles, et présentant un maximum d'indice de 72 et de 73 à l'extrême sud-ouest dans le Djerid.

Indice nasal. — 1° Une vaste région Nord, Nord-Est, Est leptorhinienne (indices de 66 à 69) coupée : 1° près de Sousse, par une large tache mésorhinienne 71 qui coïncide avec les points où nous trouvions déjà des brachycéphales de petite taille, et 2° au centre du pays, par une autre tache mésorhinienne à 70 correspondant à la région où nous signalions précédemment de petites tailles jointes à de la dolichocéphalie. Enfin, au Sud, une région mésorhinienne, comprenant elle-même au niveau du Djerid une portion très mésorhinienne (de 75 à 79).

De cet énoncé (je ferai remarquer que ces cartes portent sur plus de 1,300 sujets), il ressort que :

1° Partout où nous trouvons des brachycéphales la taille s'abaisse et le nez s'élargit ;

2° Qu'il y a une région de petite taille, mésorhinienne aussi, mais très dolichocéphale ;

3° Qu'il existe une vaste zone leptorhinienne au sein de laquelle les deux types précédents forment comme des îlots ;

4° Qu'au Sud-Ouest se trouve un centre caractérisé par une taille très haute, un nez très large et une dolichocéphalie très prononcée.

Par conséquent, il semble qu'il y ait dans la population sédentaire 4 types différents en présence. Je ne saurais ici entrer dans les discussions de chiffres et de types qui permettent d'affirmer que cette distinction est réelle. Le fait est que dans chacune des 4 régions déterminées par nos cartes, nous trouvons des types ethniques indiscutablement divers, aussi dissemblables entre eux que le sont en France les 3 grandes races, blonde ou kimrique, châtaine ou celtique, brune ou méditerranéenne. De plus, nous devons leur ajouter l'élément blond, très disséminé d'ailleurs, et ne se présentant nulle part en groupe, contrairement à ce qu'on rencontre en Algérie, chez les Beni-Snouss ou les Ouled-Yacoub par exemple.

Il est d'ailleurs bien entendu que nos mesures ne comprennent

aucun des éléments adventices de la population, Turcs, Juifs, Maltais, Italiens et Européens de tous genres, ni les Nègres avec leurs métis.

L'élément nomade est non moins mélangé. On trouve, même dans les tribus les plus pures, des représentants *de toutes les races sédentaires* que nous avons définies, chaque tribu s'étant unie par mariages ou autrement à ses voisins, en sorte que, suivant que son terrain de parcours la met en rapport avec telle ou telle des races sédentaires (que nous appellerons Berbères si l'on veut), c'est celle-ci qui domine parmi les métis. Toutefois, on y rencontre un nouvel élément bien connu et extrêmement facile à différencier, c'est l'Arabe. Celui-ci se rapporte surtout à un premier type fin qui prédomine, l'Arabe classique ; mais contient aussi deux éléments, trop nombreux pour être négligés, et qui devaient déjà exister dans les tribus de Soleïm-ben-Mansou et d'Hillal-ben-Amer, lors de la grande invasion du XI[e] siècle : 1° un type grossier ou assyroïde et 2° un type mongoloïde.

En sorte que pour donner une idée générale des races de ce pays, nous arrivons à la classification suivante :

Races sédentaires (Berbères ?)	brunes	brachycéphale			I
		dolichocéphales	leptorhinienne		II
			mésorhinienne	grande taille	III
				petite taille	IV
	blonde				V
Races nomades (Arabes).	Type fin, leptorhinien. Arabe classique				I
	Type grossier ou assyroïde, mésorhinien				II
	Type à nez plat et yeux triangulaires, mongoloïde				III

Nous donnerons une rapide description de chacune de ces variétés.

Races sédentaires (Berbères ?).

I. *Race* brachycéphale (81,60), mésorhinienne (71,00), de petite taille (1[m],645). Caractérisée par un crâne court, globuleux, arrondi, aplati en arrière. Front haut et droit, à glabelle nulle ou peu saillante, racine du nez peu échancrée, nez droit, large, à plan inférieur un peu oblique en avant, bouche moyenne aux lèvres épaisses, angle facial très orthognathe. Pommettes accusées, face large et basse. Cheveux et barbe bruns foncés ou noirs. Thorax long et cylindroïde, extrémités fortes et attaches épaisses.

Centres principaux. — L'île de Djerbah, Kalaa-Kebira et Kesser-el-Hal près de Sousse, enfin les environs de Bizerte, de là se répand partout comme une tache d'huile en se mêlant de plus en plus aux dolichocéphales voisins dont il abaisse la taille et l'indice céphalique. Se retrouve en Algérie *partout où l'indice céphalique est supérieur à 76,*

mais plus métissé qu'en Tunisie, c'est-à-dire dans la Kabylie, l'Aurès et chez les Beni-Mzab, pour ne parler que de ce qui est bien connu.

II. Race dolichocéphale (74), leptorhinienne (66 à 69), de haute taille (1m,66 à 1m,68). Crâne allongé à vertex rejeté en arrière, à glabelle et arcades sourcilières saillantes, front droit et étroit, yeux grands, nez droit ou busqué, *jamais aquilin,* étroit et long, bouche grande. Prognathisme assez accusé. Figure longue et étroite, assez régulière, un peu carrée du bas, pommettes assez accusées au moins chez les campagnards dont le type est en général plus grossier et moins affiné que celui des villes.

Taille élevée, bien prise, épaules larges et bassin étroit, mains et pieds petits. Teint blanc, cheveux et yeux noirs ternes.

Répartition. — Race dominante dans le pays, se retrouve partout aussi bien chez les sédentaires que chez les nomades, c'est en somme le fond de la population. Les autres types prédominent dans telle ou telle région, mais sont toujours plus ou moins métissés par celui-ci. Il se rencontre à l'état le plus pur dans les montagnes du Nord et du Nord-Ouest voisines du Kef et de Béja ainsi que dans la presqu'île du cap Bon. Près de Sousse, il s'est intimement fondu avec les brachycéphales, ce qui a donné naissance à une population généralement de taille moyenne, mésaticéphale et à nez plus court; cependant, dans quelques villages, le type s'est conservé assez pur sur l'ensemble des habitants, et on le retrouve avec tous ses caractères vrais, sa taille haute et élancée, son nez long et mince, sa dolichocéphalie accentuée.

Je l'ai aussi rencontré souvent chez les Algériens que j'ai pu voir, il y est en général un peu différent, parce que les brachycéphales y sont plus rares et les Arabes vrais plus nombreux, les éléments adventices dont il faut toujours tenir compte, puisque dans la réalité on n'a jamais affaire à des races réellement pures, mais plus ou moins métissées, sont donc différents, ce qui explique ces divergences.

III. Race brune, dolichocéphale (72), mésorhinienne vraie (75 à 79), de haute taille (1m,68 à 1m,70), type des oasis.

Peut se décrire ainsi : Crâne très dolichocéphale, long et très étroit, à vertex fortement reculé en arrière, front fuyant, bas, étroit, aux bosses basses et rapprochées. Arcades sourcilières et glabelle très saillantes, échancrure du nez profonde. Nez court, moyennement large à *dos concave et retroussé* caractéristique, bouche grande et lippue, menton fuyant et pourtant accusé. Face extrêmement étroite surtout au niveau du maxillaire inférieur, à arcades zygomatiques et pommettes saillantes, présentant dans sa partie inférieure deux plans, l'un grossièrement rectangulaire postérieur, compris entre les zygomas et les angles de la mandibule, l'autre antérieur *dessinant un triangle* qui va des bords

externes des pommettes au menton, également caractéristique. Dents mauvaises et cariées. Cheveux ondés noirs, yeux grands et bruns.

Taille élevée, très mince, tête longue, thorax du type égyptien (épaules carrées, larges, bassin très étroit), hanches moins étroites. Musculature sèche et grêle, extrémités grandes.

Type prédominant dans le Djerid et les oasis du Sud-Ouest, se retrouve à l'état sporadique dans tout le pays, mais exceptionnellement.

Ne saurait être confondu avec un des autres types du pays même métissé par les nègres[1]. Se distingue de ceux-ci par sa taille plus haute, sa dolichocéphalie plus grande, sa face plus étroite et de forme spéciale, *son avant-bras remarquablement court,* son angle facial plus droit que celui de tous les autres Tunisiens à l'exception des brachycéphales.

IV. Race brune dolichocéphale (74), mésorhinienne (70), de petite taille ($1^{m},62$ à $1^{m},64$).

Peut se décrire ainsi. Crâne très long, assez large, de forme régulière, occiput saillant. Front haut, droit, à arcades sourcilières et glabelle assez accusées. Nez en général busqué ou sinueux, à plan inférieur horizontal, son extrémité est empâtée. Yeux longs, mais très bas et enfoncés, semblant indiquer des orbites microsèmes. *Face absolument dysharmonique par rapport au crâne,* basse, très large et un peu plate *caractéristique,* d'aspect général assez régulièrement arrondi. Angle facial moyen, très analogue à celui des dolichocéphales bruns français. De tous les types tunisiens, c'est le seul qui puisse, jusqu'à un certain point, être rapproché de la race de Cro-Magnon ou plutôt de celle de l'Homme-Mort et de Sordes.

Les cheveux et la barbe sont noirs et droits, les dents belles. La taille est petite, robuste, bien prise, le thorax large, mais le bassin moins étroit et moins fin que celui des autres dolichocéphales, le membre supérieur est long, l'inférieur court par rapport à la taille, les articulations assez fines, mais moins que chez les Arabes vrais.

Aire du type. — Un centre dans la montagne aux environs d'Ellez et de Kessera, c'est-à-dire sur les hauts plateaux qui bordent la vallée de l'Oued-Siliana ; de là le type rayonne aux alentours, surtout en descendant la vallée et se retrouve assez net dans toute la région de la basse Medjerdah où il se mêle aux leptorhiniens. Autre petit centre très isolé au Sud, voisin de Gafsa, à Lala et environs.

La région où l'on trouve des dolmens se confond presque entièrement avec l'aire de répartition de cette race.

V. *Les blonds.* — Ils sont disséminés partout, aussi bien au Nord qu'au Sud, sur le littoral que dans la montagne. Nulle part ils ne for-

1. Je parle des nègres du Soudan, fréquents dans le pays, et dont j'ai aussi mesuré une certaine quantité.

ment agglomération. Leur type primitif, c'est-à-dire celui des races germaniques septentrionales, s'est fort altéré; ils ressemblent en général à la population au milieu de laquelle on les rencontre.

Leur petit nombre et la nature même de leurs caractères mesurables qui seraient probablement presque identiques à ceux de la race brune leptorhinienne si elle était mésaticéphale, ne permettent pas de les isoler sur les cartes. On peut dire pourtant qu'ils sont assez abondants sur certains points du littoral (Hammamet et Méhédiah), mais là provenant sans doute de croisements récents, et dans la Kroumirie où l'on en trouve une traînée notable ainsi que me l'a signalé mon confrère et ami le Dr Bertholon.

Enfin il y en a un certain nombre au Sud à Bou-Amran entre Gabès et Gafsa. Ceux-ci probablement de souche plus ancienne.

Races nomades (Arabes?).

Comme nous l'avons dit dans les tribus réputées les plus pures, par exemple parmi les Od-Saïd de l'Enfida, fraction des Od-Riah, il faut éliminer d'abord une proportion considérable de métis des 5 types précédents, en général faciles à reconnaître, et conserver seulement une fraction qui présente des caractères spéciaux, ne permettant pas la confusion avec aucune de celles-ci. Cette fraction représenterait la ou les races arabes. Le type le plus pur se retrouve généralement chez les hauts personnages religieux ou autres, les marabouts et les chefs. Cependant dans cet ensemble 3 variétés sautent aux yeux, l'une très abondante c'est l'Arabe classique, les deux autres plus rares. Nous allons les décrire toutes trois rapidement. Disons d'abord que nous conserverons le nom d'arabe au type le plus répandu qui est classique; car c'est sur lui que se sont juxtaposés : 1° les deux autres à une époque probablement antérieure à leur arrivée en Afrique; 2° les Berbères de toutes sortes, plus récemment.

I. *Type arabe, fin, vrai.* — Forme du crâne caractéristique, légèrement arrondi au sommet, à *l'occiput redressé donnant un aspect analogue à celui des déformations relevées américaines,* tout l'arrière de la tête affectant la *forme d'un point d'interrogation.* Front droit aux bosses hautes, large, glabelle et bosses sourcilières développées sans excès, échancrure du nez nulle, mais racine du nez saillante. *Nez aquilin vrai* à plan inférieur oblique de bas en haut, et d'avant en arrière, narines fines, nez très long et très mince. Indice nasal de 64, à peu près absolument leptorhinien. Bouche moyenne, aux lèvres assez fortes, dents admirables, nacrées, éblouissantes, caractéristiques, menton un peu en retrait muni d'une barbiche proéminente, ovale de la face large

et parfait, *pommettes nulles*. Teint très clair, cheveux et barbe d'un noir de jais, brillants.

Taille de $1^m,67$ à $1^m,70$, bien prise, thorax plutôt cylindroïde que rétréci aux hanches. Membre supérieur long, l'accroissement relatif portant surtout sur le bras et la main. Celle-ci est fine, longue, aristocratique, les ongles allongés et bien faits. Membre inférieur long également, surtout dans ses segments inférieurs ; le pied est relativement petit. Attaches fines et bien modelées.

Je n'ai pas parlé de l'indice céphalique, il subit des variations considérables, dues surtout au métissage par les races berbères. Il semble pour le type primitif vrai, être voisin de 75 à 76 ; mais depuis il été légèrement élevé dans l'ensemble par les deux types grossiers, et plus ou moins abaissé ou relevé par les races dolichocéphales ou brachycéphales qui s'y sont unies en proportions variables suivant les lieux.

Type II, sémite grossier, assyroïde.

Type plus rare, assez abondant dans certaines tribus, surtout celles du Sud (je ne parle que de celles que j'ai vues) reproduisant l'aspect de certains bas-reliefs de Khorsabad. Crâne arrondi globuleux, *à occiput bas,* front bas, droit, à arcades sourcilières moyennes, sourcils épais, arqués, yeux longs en amandes, nez caractéristique long, large du bout, mésorhinien, *convexe à extrémité ovoïde*, différant absolument du nez aquilin. Narines *extrêmement relevées* laissant voir par côté la cloison. Lèvres épaisses, bouche grande, menton très rond. Face d'un ovale assez régulier. Taille moyenne. Coloration de la peau foncée.

Type III, mongoloïde.

Type assez rare également. Crâne plus court, arrondi, à front bombé, glabelle faible. Nez légèrement épaté caractéristique, rappelant un peu la forme du museau de la chèvre, droit dans ses 2/3 supérieurs, puis s'aplatissant de bout, *laissant un peu voir de face les trous des narines, les ailes des narines descendent latéralement au-dessous du plan inférieur du nez* (en somme, le nez des races jaunes), bouche grande aux lèvres fortes, menton rond.

Les yeux sont également caractéristiques : leur bord inférieur est droit, le *supérieur triangulaire,* un peu bridés (ce sont aussi les yeux des races jaunes). La face est large, les sourcils arqués, les pommettes *extrêmement saillantes en avant et latéralement.*

Teint jaune sale, cheveux et barbe noirs et raides.

Remarquons bien d'ailleurs que, pour être relativement rares, ces deux types arabes ne s'en rencontrent pas moins absolument dans toutes les tribus qu'il m'a été donné d'observer.

En résumé, il ressort de nos recherches que d'une manière générale on ne saurait dire : il y a *une* race berbère et *une* race arabe en

Tunisie (nous pourrions même ajouter dans l'Afrique du Nord). On est conduit à admettre qu'il existe dans cette région plusieurs races types ou variétés sédentaires dits berbères, et des tribus nomades formées elles-mêmes de métis des races précédentes surajoutés à au moins trois éléments particuliers, dont l'un prédomine et peut être considéré comme arabe vrai.

Parmi les races berbères brunes, il en est une incontestablement brachycéphale et bien plus répandue qu'on ne pouvait le supposer d'après les documents existant jusqu'à ce jour.

Une seconde se rapprocherait par la dysharmonie de sa face du type de Cro-Magnon ou mieux de celui de l'Homme-Mort.

Une autre forme un groupe à part dans les oasis.

La dernière enfin se rencontre partout et prédomine dans le pays.

Parmi les Arabes, déduction faite des métis, on trouve un type principal arabe vrai, si tranché qu'on ne s'explique pas comment on a pu tant discuter sur les différences existant entre les Arabes et les Berbères.

A côté de celui-ci, deux types déjà confondus vraisemblablement avec lui lors de l'invasion du XIe siècle, l'un grossier assyroïde, l'autre mongoloïde, moins nombreux, mais constants, et absolument distincts.

M. le Dr FAUVELLE

A Paris.

LA STATION MOUSTÉRIENNE DU HAUT-MONTREUIL (SEINE)

— Séance du 14 août 1886. —

Depuis 1881, l'illustre savant qui occupe la chaire de paléontologie du Muséum de Paris a fait fouiller par les personnes attachées à son laboratoire un gisement important de fossiles quaternaires situé à Montreuil-sous-Bois, près Paris. C'est une espèce de dépression, située, à 100 mètres d'altitude, directement sur des carrières de gypse en pleine exploitation. Le fond de cette dépression est occupé par la marne verte, la plus superficielle des trois couches argilo-calcaires qui recouvrent la première masse de gypse et dont la couleur est due à une espèce de silicate de fer, voisin de la glauconie.

Les fossiles sont contenus dans une espèce d'alluvion à base calcaire

dont les éléments ne présentent aucune trace de roulage et qui doit être le résultat de l'action des eaux pluviales qui tendent toujours à combler les parties en contre-bas. Ce sont, par ordre de fréquence, des os de Renne, de *Rhinoceros tichorhinus,* d'*Elephas primigenius* ou Mammouth, de Bison d'Europe et d'un cervidé, peut-être le *Megaceros.*

Pour certains géologues, ce terrain d'alluvion serait de nature fluviale et aurait été produit par des courants qui dessinèrent les premiers linéaments de la vallée si profonde qu'occupe aujourd'hui la Seine. Ils l'assimilent aux alluvions des hauts niveaux de Chelles, du Bas-Montreuil, etc., et des bas niveaux de Grenelle, Levallois-Perret, etc. Ce gisement serait contemporain de la grande période glaciaire par laquelle, suivant eux, aurait débuté la période quaternaire. Tout le monde sait que, pour les savants qui professent cette doctrine, tout le nord de l'hémisphère arctique aurait été couvert par une immense calotte de glace qui se serait étendue jusqu'au 52ᵉ parallèle. Je n'entreprendrai pas de discuter à fond cette hypothèse peu vraisemblable. Je ferai seulement observer que toute espèce de glacier a pour origine un massif élevé de montagnes et que, pour qu'il s'en soit produit d'une étendue si considérable, il faudrait que le pôle soit occupé par un gigantesque plateau central d'où les flots de glace se seraient répandus jusqu'en Hollande. Or la géodésie, confirmée par toutes les explorations arctiques, nous montre qu'il ne peut en être ainsi. Pour notre Europe, les montagnes de la Scandinavie seules ont pu être le point de départ de courants glaciaires.

Je sais bien que la fonte de cette calotte, immense comme élévation et étendue (1/6 environ de la surface du globe), semble nécessaire pour expliquer le déluge biblique et tous ceux qui sont signalés par les traditions fabuleuses de quelques autres peuples. Mais que serait devenue cette quantité incommensurable de liquide? Depuis cette époque géologique on ne signale aucune invasion importante de la mer sur les continents, et il est reconnu que la prétendue disparition de l'Atlantide est une erreur absolue qui ne reposait que sur l'interprétation de quelques textes obscurs. Je n'insiste pas et je reviens au gisement du Haut-Montreuil qui ne renferme que des animaux de l'époque glaciaire.

D'après l'opinion que je combats, il aurait précédé, sans doute de bien des siècles, les alluvions de Chelles et du Bas-Montreuil, qui n'ont été formées que lorsque la vallée de la Seine s'était creusée de 54 mètres environ, et le *Rhinoceros tichorhinus,* l'*Elephas primigenius* auraient été antérieurs au *R. Merkii* et à l'*El. antiquus*. Heureusement, M. Alb. Gaudry, dans son 3ᵉ volume des *Enchaînements,* a prouvé que cette succession de faunes était inadmissible, que l'*El. antiquus* de Chelles est le descendant de l'*El. meridionalis* qui procède lui-même

du mastodonte, comme l'indique la fusion des denticules de leurs molaires et l'aplatissement progressif des lames qu'ils forment. Or, l'*El. primigenius* a les lamelles dentaires beaucoup plus fines, beaucoup plus rapprochées que celles de l'*Antiquus,* donc il doit en descendre, d'après la doctrine de l'évolution.

De même pour le *Rhinoceros tichorhinus,* l'honorable professeur du Muséum nous montre comment, par le développement graduel des os nasaux et de la cloison du nez, il procède de l'*Acerotherium,* en passant successivement par le *Rh. aurelianensis,* le *Rh. sansaniensis,* le *Rh. pachygnatus,* et enfin le *Rh. etruscus,* compagnon de l'*Elephas meridionalis* et si voisin du *Rh. Merkii* que l'on rencontre toujours avec l'*El. antiquus.* Le *fidus Achates* du Mammouth est donc le développement extrême du genre dans les contrées européennes. Ces deux inséparables ont pu remonter jusqu'en Sibérie, preuve évidente qu'il n'y avait pas de glaciers de ce côté, tandis qu'ils font absolument défaut dans les régions scandinaves alors couvertes de glaces.

Le gisement du Haut-Montreuil est donc bien postérieur au Chelléen, puisque des modifications si profondes se sont produites dans la faune, et par conséquent il n'a pu précéder le creusement de la vallée de la Seine. Mais il n'en est pas moins contemporain d'une époque glaciaire et il doit faire partie de l'âge du renne que M. Gabriel de Mortillet a si justement divisé en trois périodes : celle du Moustier où le *Cervus tarandus* commence à se montrer, celle de Solutré et celle de la Madeleine où il a atteint son apogée.

Les partisans de la calotte de glace du début du quaternaire ne nient pas que l'âge du renne ne corresponde à une période glaciaire, mais ils prétendent qu'après le retour d'une chaleur assez considérable pour permettre à l'hippopotame de vivre dans les eaux de la Seine, le renne et ses compagnons, qui étaient remontés pendant ce temps vers le nord, sont descendus de nouveau dans nos régions, et ils s'appuient, pour soutenir leur opinion, sur ce qu'en Suisse et en Prusse on a trouvé des fossiles de la zone tempérée entre deux moraines bien caractérisées. Le fait est certainement exact, mais doit s'expliquer non par deux périodes glaciaires, par les oscillations des glaciers, la durée du retrait ayant été assez longue pour permettre à une flore et à une faune de s'installer sur la dernière moraine.

Le problème du Haut-Montreuil se trouve donc réduit à rechercher à laquelle des trois périodes de l'âge du renne doit être rattaché ce groupe de fossiles et comment il a pu s'en trouver un si grand nombre réunis en un même lieu.

Il y a deux ans, je visitai le gisement pour la première fois, et, comme je ne pouvais me permettre de pratiquer aucune fouille, je me suis

contenté d'examiner la coupe du terrain resté en place. Aucun fossile n'étant apparent, comme dernière ressource, je parcourus les places précédemment fouillées. J'y découvris une foule de fragments d'os plus ou moins volumineux portant des traces évidentes de l'intervention de l'homme.

De son côté, M. E. Boban avait fait des constatations analogues et, de plus, avait eu la chance de rencontrer deux silex taillés, dont l'un, que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la section, présente le type parfait de la pointe moustérienne.

De l'enquête faite par lui à cette époque et consignée dans le tome I du journal *l'Homme* (année 1884, p. 265), M. G. de Mortillet a donc pu conclure que « le gisement de bois de renne du Haut-Montreuil est incontestablement une station humaine de l'époque du Moustier. » (*Ibid.*, p. 268.)

Je ne serais pas revenu sur cette question jugée, si je n'avais pas cru digne d'intérêt de montrer ces espèces d'ébauches du travail de l'os, laissées par l'homme moustérien.

J'ai ramassé une soixantaine de débris environ, plus ou moins volumineux, plus ou moins informes; une dizaine seulement appartiennent au renne, les autres sont des fragments du squelette de grands mammifères. Ceux que j'ai pu déterminer appartiennent au rhinocéros. Cette proportion est absolument artificielle, car ma récolte n'est composée que du rebut, abandonné comme dénué d'intérêt, par les préparateurs de M. Gaudry. Je dois ajouter qu'aucune pièce ne porte de trace de roulage ; les arêtes sont toutes très vives, et la patine qui les recouvre indique bien que les fractures sont de date ancienne.

Débris de rhinocéros ou autres. — En faisant le dénombrement de ces divers fragments, je constatai la présence, d'une part, d'une trentaine de morceaux de tissu compact, plus ou moins débarrassés du tissu spongieux qui les tapissait d'un côté, et, de l'autre, d'une vingtaine de masses de tissu spongieux dépouillées du tissu compact qui les enrobait. Il reste à plusieurs de ces masses des portions de surfaces articulaires; ce qui est tout naturel, la partie celluleuse des os avoisinant toujours leurs points d'attache.

Cette séparation entre les deux tissus est si marquée que l'idée vient de suite qu'elle est le résultat d'actes intentionnels. Ajoutons qu'aucun fragment n'est complet dans le sens transversal. Quelle que soit leur longueur, ils ne comprennent qu'une partie du fût de l'os, inférieur à la moitié.

Les *masses de tissu spongieux* ne se prêtent à aucune description. Cependant l'une d'elles présente une partie de surface articulaire arrondie comme celle de la tête de l'humérus, et deux autres une portion de

surface concave devant avoir appartenu à la cavité glénoïde de l'omoplate. Ces deux derniers fragments doivent nous arrêter un instant. En effet, la rupture paraît avoir été préparée par le creusement, à la partie moyenne, d'une gouttière dont une moitié est restée à chaque fragment. En les rapprochant, la chose devient évidente, bien qu'on ne puisse affirmer qu'ils appartiennent au même os.

Examinons maintenant quelques-uns des fragments de *tissu compact*.

1° Le plus volumineux représente la partie supérieure et postérieure de la diaphyse d'un *humérus* gauche de rhinocéros; il a 15 centimètres de long sur 7 de large. Il a été creusé aux dépens de son tissu spongieux à l'aide d'un instrument pointu dont on peut compter les coups, une douzaine environ. L'extrémité inférieure, dirigée vers l'épicondyle, n'est composée que de tissu compact, épais de 3 centimètres. Elle présente une cassure horizontale, bien nette, qui paraît avoir été préparée par une encoche de 10 à 12 millimètres, dont le centre est le point de départ d'une fente dirigée vers le canal médullaire, et résultat du choc qui a déterminé la fracture. Enfin la surface extérieure montre des traces évidentes du grattoir qui en a enlevé les parties molles. Les raies qu'il a formées sont parallèles et disposées par groupes dont la direction varie. Ces raies bien continues n'ont rien de commun avec les stries signalées comme l'effet de la fossilisation et que l'on remarque du reste sur plusieurs des autres fragments. En comparant ces raies et ces stries on voit que la confusion n'est pas possible.

2° Un morceau de substance compacte irrégulièrement cubique (3-4 cc.) présente, sur l'une de ses faces qui était en continuité avec le reste de l'os, des traces évidentes de frottement. Ce frottement est bien intentionnel, car les arêtes qui limitent cette face sont absolument vives, ce qui exclut toute idée de roulage.

3° Un autre fragment de tissu compact, qui faisait partie d'un os long et anguleux, a tout d'abord attiré mon attention. On remarque sur l'une de ses faces quatre encoches profondes d'un millimètre à leur centre, large de 3 à 4, et cela sur une longueur de 10 à 12. A la loupe la perte de substance est manifeste. On y voit aussi des raies de même longueur qui ne sont que le résultat d'une pression plus ou moins violente. Enfin l'une des extrémités paraît avoir été taillée avec le même instrument qui a produit les encoches.

4° Une autre pièce présente comme une tentative de division de la lame osseuse parallèlement à sa surface. La fente produite n'a guère plus de 2 millimètres de large, si bien que l'on se demande quel instrument assez délicat a pu les produire. L'absence de toute altération de l'os ne permet pas d'admettre qu'elle puisse être accidentelle. La

surface de ce fragment est couverte de traces nombreuses de manipulations mal définies.

5° et 6° Citons, en dernier lieu, deux extrémités osseuses, l'une plus petite, très incomplète et pour cela difficile à déterminer, l'autre plus volumineuse, formée de la partie trochléenne de l'extrémité inférieure d'un humérus de rhinocéros. Cette dernière paraît avoir été séparée de la portion condylienne à l'aide du même instrument dont j'ai déjà signalé les effets. La cassure est bien nette et, sur l'un des points de sa circonférence, on voit la trace d'une encoche de 10 millimètres environ.

En résumé, de tous ces débris d'os de gros animaux, ceux sur lesquels on peut constater les traces de l'action de l'homme paraissent appartenir spécialement au rhinocéros.

Débris de renne. — Sauf une apophyse épineuse de la 4e ou 5e vertèbre cervicale et quelques fragments de diaphyse d'os longs, les débris du *cervus tarandus* proviennent des bois de l'animal. Sans m'arrêter aux fragments insignifiants, je vais décrire une portion courbe de perche maîtresse, longue de 13 ou 14 centimètres.

Ce morceau a été fendu, dans toute sa longueur et suivant la courbe, en deux parties égales, l'une concave et l'autre convexe. Malgré une usure légère que chacune d'elles a subie, en les rapprochant on reconnaît parfaitement la série d'encoches qui ont préparé la fente et permis de mener à bien la séparation. Celles qui sont isolées mesurent de 10 à 12 millimètres, comme je l'ai déjà constaté sur les nos 1, 3 et 6.

Toutes ces traces, je ne dirai pas de l'industrie, mais de l'intervention humaine, me paraissent indiscutables. Mais, sauf pour le grattoir, il me semble difficile de préciser la forme et la nature de l'instrument qui les a produites ; cependant pour les encoches l'emploi de la pointe moustérienne présente de grandes probabilités. Elle a dû être employée en guise de ciseau, un maillet quelconque agissant par un choc sur la surface de frappe.

En somme, suivant toute apparence, il ne s'agit pas là d'une industrie ayant pour but l'utilisation du tissu compact des os longs ; on n'entrevoit aucune ébauche, si grossière qu'elle soit, d'un instrument quelconque. Ce sont de simples essais, des amusements d'un homme d'une intelligence encore enfantine. Cependant la division longitudinale du bois de renne indique une tendance plus sérieuse, l'évolution vers un but plus précis.

Ainsi se trouve confirmé ce que disent les auteurs du *Musée préhistorique,* à propos de « deux éclats ou esquilles d'os longs de bœuf. » — « Ces éclats sont très abondants dans les stations moustériennes. Ils se rapportent toujours à des os de gros mammifères et sont assez caractéristiques. » (Texte de la planche XIV, 85 et 86.)

Cette année, dans les conférences qui font suite à son cours, M. Alb. Gaudry a ouvert gracieusement devant le public les vitrines qui renferment ses admirables collections. J'ai donc pu jeter un coup d'œil sur les fossiles recueillis au Haut-Montreuil, et cet examen rapide, il est vrai, a confirmé complètement les inductions tirées de l'étude des débris abandonnés que j'ai ramassés en 1884.

Tous les os longs sont fracturés en plusieurs morceaux et les arêtes des fragments excessivement vives. Sur les 140 bases de bois de renne, aucune n'est tombée spontanément; toutes ont été détachées par fracture emportant une plus ou moins grande partie du frontal. Si j'ai bien vu, les têtes font défaut ainsi que les bassins et les os qui s'y attachent. On croirait que ces parties du renne ont été enlevées et transportées ailleurs comme quartiers de venaison. Enfin, malgré l'abondance des échantillons, il serait, je pense, impossible de représenter un squelette complet, je ne dis pas avec tous les os, mais simplement avec un fragment de chacun d'eux. J'ai cru remarquer quelques entailles sur des morceaux de ramure et spécialement sur les nos 19 et 31 recueillis en 1881 ; mais rien d'étonnant que les traces de l'action humaine soient rares, puisque tous les débris informes qui les présentaient ont été rejetés comme inutiles.

Les fragments d'*Elephas primigenius* m'ont paru avoir appartenu à de jeunes individus : les os sont peu volumineux et les épiphyses détachées. C'est tout naturel, car les armes offensives de l'homme du Moustier étaient bien faibles pour lui permettre d'abattre les adultes.

En résumé, le gisement du Haut-Montreuil est bien une station moustérienne. Ce n'était peut-être pas un siège d'habitation, mais simplement un rendez-vous de chasse, ou le lieu d'abatage et de dépècement des animaux.

MM. le Dr BLEICHER et BARTHÉLEMY

A Nancy.

LES TUMULI DE LA LORRAINE

— Séance du 14 août 1886. —

Les tumuli, très abondants dans l'Est de la France et sur les deux rives du Rhin, ont été l'objet de peu de travaux dans notre département.

Tout près de nous les fouilles méthodiques pratiquées par MM. de Saulcy, Colnenne, Maudheux, Voulot dans les Vosges; MM. de Ring et Nessel, en Alsace, pour ne citer que les plus connus de ces explorateurs, avaient fourni des renseignements intéressants sur les pratiques funéraires des hommes de l'âge du bronze. L'ère des tumuli a dû être fort longue dans nos régions de l'Est, si l'on en juge par les variétés que l'on rencontre de ce mode de sépulture. En effet, la série comprend depuis le tumulus avec cromlechs et dalles de recouvrement de Mackwiller, et les tombelles de Malzéville, recouvertes de débris de cuisine, de silex et d'os fendus, jusqu'aux tumuli de Haguenau et de Bouzemont qui contiennent des ornements de l'âge du bronze et de l'époque mérovingienne superposés. Dans la Lorraine française, bien que les tertres funéraires fussent très nombreux sur nos plateaux, la plupart de ceux qui attirèrent l'attention avaient été ouverts par la charrue ou renversés par des travaux de terrassement.

Cependant Beaulieu, au camp d'Affrique, Olry, à Bagneux, MM. Cournault et Guérin à Malzéville, ont fait ouvrir un certain nombre de tumuli et publié des comptes rendus fort intéressants.

Beaulieu, en pratiquant des fouilles dans le camp d'Affrique, vers 1840, trouva dans le fossé qui sépare les deux murailles neuf tumuli de forme allongée et de 1 mètre de hauteur. Les ayant ouverts, il en retira des ossements décomposés et des fragments de poterie extrêmement grossière, qu'il pensait avoir appartenus à des soldats romains.

En 1866, le regretté Olry signalait un groupe de tumuli dans la forêt communale de Bagneux; les fouilles produisirent peu de chose; cependant l'un des tertres renfermait un foyer établi sur une aire d'argile battue et des fragments de poterie. Les autres ne montrèrent pas de traces de feu. L'existence d'un foyer et l'absence d'ossements n'impliquent pas nécessairement, à notre avis, l'idée de crémation. Les squelettes peuvent avoir disparu après avoir été placés sur le foyer préalablement consumé.

En 1867, MM. Cournault et Guérin découvrirent sur le coteau de Malzéville une quinzaine de tertres funéraires, en pierres sèches, de forme allongée et de dimensions variant de 2 à 6 mètres de longueur, sur $0^{m},60$ à $1^{m},40$ de hauteur. Ces tumuli étaient vides d'ossements humains; mais l'un deux, situé au sommet du plateau, dans le voisinage du mur Cyclopéen de la Trinité, recouvrait un large foyer, et au milieu de ce foyer deux haches polies qui avaient subi l'action du feu. Les autres tombelles étaient vides; mais autour d'elles des rejets de cuisine, charbons, poteries brisées, éclats de silex et os d'animaux fendus en long, formaient une zone de quelques mètres de largeur.

Il y a quelques années, lors de l'achèvement de la route forestière

de Villers, les terrassiers utilisèrent les pierres d'un tumulus voisin pour l'empierrement du chemin. Lorsque leur carrière fut épuisée, ils découvrirent sur le sol naturel des ossements humains. M. le professeur Fliche, prévenu de la découverte, put observer les conditions d'inhumation et recueillir quelques objets. Le corps était couché au centre, sous 0m,40 de remblai. Il avait aux bras un anneau de bitume et des bracelets de bronze pleins et ornés. Près de lui étaient les débris d'un vase, mais on ne trouva ni charbons, ni foyer. L'un des bracelets porte des traces manifestes du voisinage d'objets en fer.

Ce sont là, à notre connaissance, les seules recherches faites dans les tumuli des environs de Nancy. Les tertres funéraires de toutes dimensions sont cependant fort nombreux sur le plateau boisé qui sépare la Meurthe de la Moselle, entre Toul et Nancy. Nous en connaissons aujourd'hui plus d'une centaine.

Désireux d'apporter quelques résultats nouveaux au Congrès de l'Association française, l'un de nous a fouillé, dans le courant de cette année, onze de ces sépultures. Disons, en commençant, que nos recherches n'ont pas toujours été couronnées de succès. Nous n'avons trouvé, la plupart du temps, que des débris d'ossements indéterminables, quelques charbons et des cailloux apportés des bords de la Moselle, mais dont l'utilisation est fort incertaine.

Les tumuli du plateau de Haye sont presque tous construits en pierres sèches, l'air et l'eau circulent jusqu'au sol avec la plus grande facilité. Il n'est pas étonnant que, dans d'aussi mauvaises conditions, les ossements aient pu être dissous et disparaître. Leur forme est généralement circulaire, quelquefois en ellipse allongée, leur hauteur varie de 0m,40 à 3 mètres. Les matériaux ont été entassés sans soin, et nulle part on ne rencontra ni dallage sur le sol, ni appareillage de blocs au centre.

Nous ne nous occuperons que du tumulus dans lequel furent recueillies les pièces anatomiques qui sont ici.

C'était une butte de 12 mètres de diamètre, sur 2m,50 de hauteur, parfaitement circulaire, construite en gros moellons et en terre, celle-ci dans la proportion d'un huitième.

Assurés, dès les premiers coups de pioche, de rencontrer plusieurs corps, nous prîmes le parti, non pas de l'ouvrir en tranchée, mais de le raser complètement, en commençant par le sommet. De cette façon les ouvriers purent exhumer, avant d'arriver au sol, neuf squelettes étendus sans orientation, et séparés les uns des autres par des lits de moellons, d'une épaisseur fort irrégulière. Chaque individu était accompagné d'un vase toujours brisé et dont les fragments avaient glissé dans les interstices des moellons. Tous les squelettes, sauf un seul, dont on

ne put retrouver la tête, étaient complets, mais écrasés par le poids des matériaux. Les ossements appartenaient à des individus de tout âge; il y a là une dent de lait, une mâchoire atrophiée de vieillard et un crâne de femme dont les dents de sagesse ne sont pas encore sorties.

Au centre et sur le sol même reposait un squelette de grande taille, en assez bon état, orienté la tête à l'est, les bras étendus le long du corps, la main droite sur la hanche du même côté.

Entre ses pieds étaient les débris de deux vases noirâtres, d'environ 0m,25 de diamètre, faits au tour, d'une argile grossière, prise sur place. L'un d'eux semblait avoir servi de couvercle à l'autre. Le vase inférieur contenait, avec les phalanges du pied droit, trois fragments d'os paraissant avoir subi l'action du feu ou la cuisson. Il portait au bras gauche un bracelet de bronze, au niveau de la clavicule du même côté un anneau de même métal; enfin une tige de fer très oxydée partait du pariétal gauche, passait devant la bouche et rejoignait un petit anneau de fer placé au-dessus de l'oreille droite. Cette tige paraît avoir formé une jugulaire.

De nombreux charbons furent trouvés sur le corps, surtout vers la partie gauche du bassin.

Les ossements ne présentent aucun caractère particulier, mais tous les crânes qui furent observés en place ont paru dolichocéphales. Trois d'entre eux qui purent être reconstitués, en partie, ont donné comme indice céphalique :

Celui de la sépulture centrale : 71.1.

Le second, qui semble avoir appartenu à une femme : 71.9, et le dernier, en bien plus mauvais état : 73.8.

Cependant il convient d'observer que ces crânes sont devenus asymétriques par suite de l'humidité et de la pression des matériaux, et par conséquent difficiles à mesurer avec précision.

Nous ne parlerons pas des fouilles pratiquées dans d'autres tumuli, les résultats en sont fort peu intéressants. Dans les uns, on recueillait des débris d'ossements indéterminables, dans d'autres, quelques rares charbons ou des cailloux vosgiens, ailleurs encore absolument rien.

Dès aujourd'hui nous pouvons conclure que la région des tumuli ne s'arrête pas à l'est des Vosges, pour reprendre au sud de notre département; et que si un très petit nombre d'entre eux ont été signalés dans notre pays, c'est que les recherches des archéologues n'ont pas été dirigées dans ce sens.

Espérons que nos tumuli seront bientôt l'objet d'une étude plus complète que celle-ci, et qu'alors sera comblé le vide qui s'étend de Darney à Haguenau, de la Basse-Alsace à la Haute-Marne.

M. Ch. BOSTEAUX

Maire de Cernay-lès-Reims.

DÉCOUVERTES DE STATIONS PALÉOLITHIQUES ET NÉOLITHIQUES AU MONT DE BERRU (MARNE)

— Séance du 13 août 1886. —

HISTORIQUE DE LA DÉCOUVERTE

Depuis longtemps, en cultivant les terres dans la plaine entre Reims et le Mont de Berru, je ramassai souvent des pierres siliceuses qui avaient un cachet particulier, remarquable par les nombreuses retouches intentionnelles faites de main d'homme.

Ces pierres présentent souvent une pointe d'un côté et un marteau ou un tranchant de l'autre, elles sont taillées de manière à s'adapter à la main de celui qui les a tenues pour s'en servir.

En 1885, l'Académie nationale de Reims avait mis dans son programme pour son concours de 1886, le sujet, *Étude sur les époques franques, romaines et gauloises*, d'un canton de l'arrondissement de Reims.

J'entreprenais ce travail sur le canton de Beine en le faisant précéder d'une partie préhistorique; ayant besoin de renseignements précis et aidé de la géologie, le 15 décembre 1885, j'allais faire une excursion sur le Mont de Berru; l'altitude de cette montagne isolée qui est de 269 mètres, sa constitution géologique, ont fait dire à tous les géologues que, par sa situation, la partie la plus élevée a dû être témoin de tous les cataclysmes de l'époque quaternaire.

Dans cette excursion, arrivé à l'altitude de 220 mètres, au lieu dit la Prière au Bois, dans un chemin creusé dans des couches de sable dit de Guise ou sable supérieur du Soissonnais, je trouvais un couteau grattoir en silex cacholonné; plus loin, à la surface du sol, dans les bruyères qui tapissent la base du Point de Vue au point culminant occupé actuellement par le fort de la Vigie, je ramassais de nombreux débris de couteaux, quelques pièces entières, des nucléus, et en cet endroit se trouvent des débris en silex, provenant sans nul doute d'un atelier; tous ces débris proviennent de pièces avariées et de la décortication de la surface rugueuse du silex meulière de Brie qui a été taillée sur place et qui couronne le sommet du Mont de Berru. Cette première découverte ne fit que me donner l'éveil.

Le 15 janvier 1886, en revenant de faire des fouilles gauloises sur le terroir de Beine, accompagné de mon fils aîné, nous traversâmes le Mont de Berru pour revenir à Cernay, en passant sur les glacis des batteries annexes de la Vigie; au lieu dit l'Indie, je ramassais une pointe de flèche à pédoncule en silex de meulière, des nucléus, des burins de fortes dimensions, des gouges et des débris de couteaux; cet endroit se trouve à environ 220 mètres d'altitude et tous ces objets se trouvaient à la surface des couches du diluvium, terrains qui ont été retournés pour les travaux de défense.

Avec l'étude et l'attention, je remarquais sur le terroir de Cernay, au lieu dit les Trois-Sault et à peu près à la même altitude de 200 mètres, encore dans les couches de dépôt du diluvium, des instruments de toute nature. Voulant me fixer définitivement sur ces découvertes, j'explorais avec attention le sommet du Mont de Berru, et je retrouvais sous l'humus, presque à la surface du sol, des haches, des pics, des marteaux, des pointes de flèches, des couteaux et des gouges, le tout en silex des couches supérieures de la montagne; j'étais donc véritablement en présence d'une station préhistorique.

Les couteaux, les grattoirs et les nucléus en silex noir et en partie tous cacholonnés en blanc, proviennent de rognons ou galets roulés, ou de silex de la craie apportés d'ailleurs à l'époque magdaleinienne de ces silex; il en existe aussi dans les couches géologiques des sables agglutinés qui recouvrent les lignites. Les outils de cette nature se rencontrent en quantité partout où les sables supérieurs du Soissonnais sont à la surface du sol, et ils ont beaucoup d'analogie avec les instruments de l'époque magdaleinienne, tandis que ceux fabriqués en silex de meulière de Brie du sommet de la montagne paraissent avoir tous les caractères des époques chelléennes et moustériennes. Je dois faire remarquer ici que ces sables n'ont pas été recouverts par le diluvium et qu'ils formaient la plage de cet îlot à l'époque quaternaire.

Une autre remarque, au lieu dit le Sierdon, autour des anciennes sources qui alimentent le village de Berru, j'ai découvert, le 28 avril 1886, un atelier dont les sables sont remplis d'outils de toutes les formes en fin silex gris rubané; j'y ai retrouvé de la poterie qui est entièrement identique à celle que l'on retrouve dans les dolmens de la Bretagne. Depuis le congrès de Nancy, les fouilles que je viens de pratiquer à cet endroit, sur un espace seulement de 20 mètres carrés, viennent de me donner plus de 1,500 pièces tant qu'en haches taillées, tranchées, scies, couteaux, grattoirs, pointes de flèches, perçoirs, nucléus, percuteurs, polissoirs et haches polies; tous ces instruments ont beaucoup d'analogie avec ceux recueillis dans les stations du Danemark. Cette station pourrait se rapprocher de l'époque robenhausienne;

donc le Mont de Berru aurait été habité par l'homme depuis les temps les plus primitifs.

Aperçu géologique du mont de Berru.

Le Mont de Berru appartient comme constitution géologique à l'époque tertiaire. Le sommet désigné sous le nom de Point de Vue ou Vigie, depuis la construction du fort, n'a pas été recouvert par le diluvium, tandis que les parties moins élevées ont été recouvertes de ces dépôts à l'époque quaternaire.

Coupe générale de la montagne de Berru avec les terrains qui la constituent.

Terrains		Observations
1° Humus : Meulières de la Brie dans leurs glaises. Calcaire marin à Pholadomya Ludensis. Calcaire d'eau douce ou calcaire Saint-Ouen. Marnes argileuses blanchâtres et verdâtres. Sables supérieurs du Soissonnais.		Couches non submergées à l'époque quaternaire et formant un îlot. Des silex taillés de toutes les époques se rencontrent à la surface du sol.
Argiles à lignite. Marnes lacustres. Argiles lignitifères et sables fossilifères. Sables inférieurs du Soissonnais ou sables de bracheux. Craie de Reims.	Poudingues et conglomérat de Cernay. (en regard des argiles lignitifères et des sables inférieurs)	Couches ou étages submergés par le diluvium. Silex taillés dans le diluvium.

M. BARTHÉLEMY

A Nancy.

LA STATION DE MORVILLE-LÈS-VIC, LA HAUTE-BORNE

— Séance du 16 août 1886. —

M. l'abbé Merciol, empêché d'assister à nos séances, m'a communiqué quelques renseignements sur les gisements qu'il explore et qui sont en réalité les plus riches de nos contrées.

Le village de Morville, situé au centre d'un plateau ondulé, sorte de promontoire qui sépare les deux bras de la Seille, avant leur réunion à Burthecourt, se trouve dominer immédiatement les plaines marécageuses parcourues par la Vieille-Seille, où l'on retrouve le briquetage, sujet de tant de controverses.

La grande voie romaine de Strasbourg à Metz, franchissant le plateau, traverse le village même de Morville. Rien d'étonnant dès lors que le territoire de cette commune soit particulièrement riche en antiquités de toute nature, depuis l'âge de la pierre polie jusqu'à l'époque gallo-romaine.

C'est à Morville que furent trouvés les premiers silex qui attirèrent l'attention des archéologues lorrains.

Dans un très court travail sur l'âge de la pierre en Lorraine, daté de 1843, le regretté docteur Godron écrivait : « Depuis longtemps les habitants de Morville ramassaient dans les champs des silex taillés, dont ils se servaient pour battre le briquet. M. Hugard, curé de cette paroisse, en recueillit dès ce temps-là quelques-uns que nous retrouvons dans différents musées de Nancy. »

Le docteur Godron mentionne encore sous la rubrique 1843, dans la même commune de Morville, la découverte d'une sépulture dans laquelle on trouva un squelette accroupi la tête en haut.

Après M. Godron, M. Schmit, de la bibliothèque nationale, consacra quelques pages à la station de Morville.

Nos musées ne possédant qu'un nombre fort restreint d'objets de l'âge de la pierre, nous avons demandé à M. l'abbé Merciol, pour la durée du Congrès, les objets les plus intéressants de sa collection. Nos collègues de l'Association les trouveront au Musée lorrain.

Ce sont : des pointes de flèches de plusieurs types, triangulaires, lozangiques ou barbelés avec ou sans pédoncule ;

Des couteaux, pointes et perçoirs, une scie, un percuteur ;

Des racloirs et des grattoirs, taillés à petits éclats, ceux-ci rarement signalés en Lorraine ;

Des haches et hachettes polies ;

Des fragments de marteaux perforés ;

Une pièce, longue de 20 centimètres, perforée à une extrémité et qui serait, paraît-il, un affiloir ;

Enfin de la poterie à la main, des fusaïoles en argile et une pendeloque perforée d'une roche verdâtre, qui, étant donnée sa densité : 3.18, pourrait être de la néphrite.

Dès son arrivée à Morville, M. l'abbé Merciol se mit à l'œuvre. Sa nombreuse collection prouve que ses recherches furent heureuses, mais il a surtout le mérite d'avoir soigneusement observé les gisements.

Sur le sol, nous dit-il, les débris romains, meules, tuiles, monnaies et bronzes abondent, et il ne se passe pas de saison que la charrue ou les travaux des vignes n'amènent au jour des objets nouveaux.

Les gisements sont généralement indiqués par la teinte noire de

la terre : ils sont du reste isolés les uns des autres et parfaitement délimités.

Dans ces gisements d'étendue restreinte, on rencontre presque toujours des objets de pierre taillée, sous la couche superficielle de débris gallo-romains.

Il est cependant une station qui n'a donné que du silex, sans mélange d'époque postérieure, c'est la Haute-Borne, dont le nom conserve évidemment le souvenir d'un mégalithe disparu.

Tout près de là on a retrouvé, dans une mardelle, du bois de chêne travaillé par l'homme.

Sans parler des objets se rapportant à l'ère romaine, la collection de M. l'abbé Merciol comprend :

50 à 60 haches ou hachettes polies ; elles sont surtout en basalte, grauwacke, serpentine, euphotide ;

Quelques fragments de marteaux perforés ;

Un bel affiloir, percé d'un trou de suspension ;

Des pesons de deux types, des fusaïoles d'argile cuite et de pierre ;

3 à 400 pointes de flèches, des couteaux, perçoirs, grattoirs, percuteurs ;

Quelques cornes de bœuf, de mouton, de cerf ;

Une grande quantité de monnaies gauloises ;

Enfin des objets de bronze de différentes époques.

En terminant cette énumération rapide de la collection de M. l'abbé Merciol, qu'il nous soit permis d'attirer l'attention sur ce chercheur modeste et zélé, qui depuis longtemps consacre ses loisirs à la science archéologique et qui a bien voulu contribuer à notre essai de collection d'objets préhistoriques de la Lorraine.

M. GAILLARD

A Plouharnel.

LE DOLMEN A DOUBLE ÉTAGE DE KERVILOR, A LA TRINITÉ-SUR-MER, ET OBSERVATIONS SUR LES DOLMENS A GRANDES DALLES ET CEUX A CABINETS LATÉRAUX

— Séance du 16 août 1886. —

En avril dernier nous étions à fouiller des galeries gauloises près du village de Kervilor, à la Trinité-sur-Mer, et nous fîmes, comme d'ordinaire, une revue des monuments voisins. Parmi ceux-ci, à 40 mètres

environ de la dernière galerie gauloise et au point culminant de la hauteur de Kervilor, se trouvent deux dolmens parallèles. Au premier examen nous conclûmes que le deuxième, au midi, n'avait pas été suffisamment exploré.

Me reportant aux précédents, je constatai que la Société polymathique avait exploré ces deux monuments avec insuccès, sous la direction de MM. L. de Cussé et L. Galles [1].

Le dernier paragraphe de leur rapport dit :

« L'autre dolmen est plus petit et nous n'avons pu le fouiller en « entier à cause du déplacement de ses tables. La chambre paraît être « ovale et assez basse. Nous avons rencontré dans l'allée quelques « fragments de poterie faisant partie du même vase. »

Le plan qui accompagne ce rapport donne à ce dolmen la forme d'un carré long.

Il est évident que mes collègues, n'ayant pas poussé leurs fouilles à fond, ne pouvaient mieux obtenir et le déclaraient explicitement. Mais la franchise de ces déclarations confirmait très bien nos observations ; elle a eu le mérite de nous décider à explorer de nouveau complètement ce dolmen.

Nos opérations commencées, le dégagement du haut nous amena sur un dallage de larges pierres ; nous n'y rencontrâmes rien de saillant, si ce n'est cette forme de construction. Mais la galerie, dont la fouille fut profondément poussée, nous fit apercevoir une nouvelle crypte au-dessous du dallage. La confirmation de son existence nous fut bientôt donnée. Dans cette galerie, au fond, nous recueillîmes, dispersés, huit grains de collier en calaïs ; au côté nord, marqué sur plan, un vase entier, non brisé, recouvert d'une pierre et reposant par son fond plat sur une autre pierre. Entre celle-ci et ce vase se trouvait l'un des huit grains en calaïs.

Ce vase, de fabrication grossière, affecte le genre caliciforme par le haut ; il est incliné sur un côté, hauteur 10 centimètres, diamètre 8 centimètres.

Ces premières constatations nous firent pénétrer dans la crypte inférieure, sous le dallage. Je n'ai pas à détailler nos dangers ni nos difficultés.

Au nord de cette chambre inférieure et contre un support incliné, dont le mouvement l'avait assurément renversé, nous recueillîmes encore un nouveau vase, sur le côté, tout entier, sans brisure. Il mesure d'ouverture 14 centimètres, diamètre du bas 8 centimètres et en hauteur 10 centimètres, sa couleur est rougeâtre.

1. *Bulletin de la Société polymathique,* 1866, p. 87, n° 6, plan I, fig. 6. *Les dolmens de la Trinité-sur-Mer.*

Vers les parois du midi et dispersés, sept grains de collier en calaïs ; au côté droit un huitième grain.

Vers le fond et par droite, également dispersées, six têtes de flèche, barbelées et à ailerons.

Le collier de la crypte inférieure de Kervilor se compose donc de seize grains en calaïs, de forme allongée, en biseau sur les extrémités ; deux seulement, les plus petits, sont en forme de lentilles.

Dans la crypte inférieure, sur toute la superficie, nous retirâmes du charbon.

Ainsi par les résultats obtenus dans ces fouilles, nous avons eu la preuve matérielle que le dolmen de Kervilor fut à double étage et servit à des sépultures superposées.

L'examen du monument lui-même en est une démonstration tout aussi évidente. Les supports des tables du dolmen supérieur dépassent le dallage et vont sans interruption jusqu'à la base. Ces menhirs mesurent en moyenne 2^{m},20 à 2^{m},30. Des tables supérieures aux dalles-tables intérieures le dolmen du haut a 1^{m},20 ; celui du dessous, des dalles-tables à la base, donne de 65 à 70 centimètres.

Puis l'établissement du dallage intérieur, par-dessous, est encore une démonstration. Au lieu d'être carré long, le dolmen est presque rond ; au lieu d'être petit, il est très vaste ; les constructeurs ont dû dès lors ajuster et consolider plusieurs grandes dalles, ainsi que le plan l'indique. Pour en assurer la solidité, tout le long des parois, un blocage de pierres plates superposées les recevait. Vers le milieu un autre blocage soutenait ces dalles à peu près à leur jonction centrale.

Ces dispositions ne peuvent laisser le plus petit doute sur le mode d'érection de ce monument. Il eût été de toute impossibilité de faire un dallage pareil après coup et après la construction du dolmen.

Il y a donc des dolmens à double étage, le fait de Kervilor est probant; les objets recueillis en sont la preuve matérielle. Ce serait en vain qu'on exciperait ici de l'introduction ou de la pénétration. La première serait la preuve de l'existence de la crypte elle-même. Pour la seconde, j'observe simplement : 1° Que sept grains de calaïs furent trouvés à toute la profondeur de la galerie et que le fond est au niveau de celui de la crypte inférieure et sur le terrain primitif, le rocher ; 2° que le premier vase était encore au fond, protégé par une pierre mise intentionnellement, le recouvrant et qu'un huitième grain de calaïs était sous sa base ; or il n'avait pu y pénétrer évidemment par le haut mais y glisser horizontalement.

La galerie fut donc établie pour le dolmen et sa crypte inférieure.

Puis les huit grains de calaïs et les six têtes de flèche de l'intérieur étaient à toute la profondeur ; le remplissage de la crypte n'atteignait

pas le dallage et la partie supérieure était plus friable que celle du fond. Enfin le deuxième vase suffit à anéantir, par son existence, toute idée de pénétration.

La région ici est couverte de vastes, de nombreux dolmens ; ils sont aussi variés de forme que d'aspect. Il y en a d'isolés, d'autres qui sont groupés sur le même tertre ; puis, les uns ont des cabinets latéraux, les autres de grands dallages sur l'aire ; enfin il y en a qui n'ont ni les uns ni les autres. Les premières observations devaient donc se porter naturellement sur cette vaste agglomération.

L'étude et la recherche des dolmens à grands dallages m'ont amené à constater qu'il y avait une connexité complète entre l'érection de ces dallages et des cabinets latéraux, mais à l'exclusion les uns des autres.

Je résume mes observations en ceci :

1° Les dolmens dont l'aire est garnie d'un grand dallage d'une ou plusieurs grandes pierres n'ont pas de cabinets latéraux et réciproquement, ceux qui ont des cabinets latéraux n'ont pas de grands dallages.

A l'appui de ce que j'avance, je cite existant dans cette région :

Dolmens à grands dallages sans cabinets latéraux.

Communes de : Erdeven, Tyer Mané ; Carnac, Mané Kerioned, la Madeleine, Kerlagad ; la Trinité, Kervilor ; Saint-Philibert, Canaplaye ; Locmariaquer, Kéran, Mané Lud ; Ile-aux-Moines, Niol, Pen Niol, Gavr'inis.

Il n'en existe pas à Plouhinec, Belz, Etel, Plœmel, Plouharnel, Quiberon et Saint-Pierre.

Dolmens à cabinets latéraux et sans grandes dalles.

Locval-Mendon, Mané er loh', plusieurs cabinets en apparence ; Belz, Kéryargon, un cabinet ; Erdeven, Mané bras, un cabinet ; Mané Groh', trois cabinets ; Kervarch', deux cabinets ; Plouharnel, Rondossec, un cabinet ; Carnac, Keriaval, trois cabinets, Klud-er-yer, trois cabinets, Kerdual, un cabinet, Kerdrain, deux cabinets, Mané roh'en tallec, trois cabinets ; la Trinité, Kermarquer, un cabinet.

Il n'en existe pas à Plouhinec, Etel, Plœmel, Saint-Philibert, Crach, Locmariaquer, Ile-aux-Moines, Gavr'inis, Quiberon et Saint-Pierre.

Ces deux genres de construction, qui ne se présentent pas dans le même dolmen, n'existent pas non plus dans les mêmes groupes et je définis ma seconde observation.

2° Quand il y a sur le même tertre plusieurs dolmens groupés, il n'en existe qu'un seul dont l'aire est garnie de grandes dalles ou à cabinet latéral.

La démonstration s'en établit ainsi :

Groupes avec un seul dolmen à grande dalle.

Carnac, Mané Kerioned, 3 dolmens, un dallé, Kerlagad, 2 dolmens, un dallé ; la Trinité, Kervilor, 2 dolmens, un dallé ; Locmariaquer, Kéran, 3 dolmens, un dallé ; Ile-aux-Moines, Pen Niol, 2 dolmens, un dallé.

Groupes avec un seul dolmen à cabinet.

Erdeven, Mané bras, 4 dolmens, un avec cabinet; Plouharnel, Rondossec, 3 dolmens, un avec cabinet.

Dans les autres communes il n'existe pas de groupes avec dallage ou cabinet, ou bien les dolmens de ce type sont isolés.

Dans la région il faut bien conclure qu'il n'y a aucune exception.

Une autre observation subsidiaire dans les dolmens groupés parallèlement est celle-ci :

3° Quand, dans un groupe de dolmens parallèles sur le même tertre, il y en a un à grand dallage, il est situé à gauche des autres ; s'il y en a un à cabinet latéral, il est à droite.

Et mon observation s'appuie sur l'énumération précédente des groupes.

Il n'y existe qu'une exception et encore n'en est-ce pas une au fond puisque les dolmens n'y sont pas tous parallèles ; c'est au Mané Kerioned qui appartient à l'État. Le dolmen qui a une grande dalle est au milieu des deux autres ; mais j'observe qu'au lieu de leur être parallèle il leur est perpendiculaire. Il y a donc tout aussi bien une exception dans l'unité d'orientation de l'ouverture que dans le parallélisme de situation.

L'existence des cabinets latéraux et des grands dallages sur l'aire, qui s'excluent les uns les autres, semble donc présenter une connexité d'érection et une identité d'usage. Il est évident qu'on ne pouvait, dans de si énormes monuments, construire d'annexes superflues. Assurément les constructeurs érigeaient selon les blocs qu'ils avaient à leur disposition ; ne pouvant les tailler, ils devaient en disposer selon le nombre. Un grand dallage, quand l'aire de la chambre est carrée, ne demande qu'une seule grande pierre ; quand elle est ronde ou ovale, il y en a plusieurs, mais elles sont plus petites ; tandis que l'érection du cabinet latéral exige, avec la table, les menhirs des parois. Il semble donc plausible que les cabinets latéraux comme les cryptes inférieures furent à même usage.

La seconde observation semblerait aussi déterminer que l'usage du cabinet latéral ou de la crypte inférieure était peut-être commun au groupe entier des dolmens du même tertre ou sous le même tumulus.

MM. le Dr BLEICHER et BARTHÉLEMY

A Nancy.

LES CAMPS ANCIENS DE LA LORRAINE

— *Séance du 16 août 1886.* —

Les camps, éperons barrés, murs de défense sont assez nombreux en Lorraine. Dans un chapitre intitulé : *Cours supérieur de la Moselle considéré comme ligne stratégique au temps de la domination romaine,* l'archéologue Beaulieu en cite quinze de diverse importance.

Quelques-uns d'entre eux sont passés à l'état de légende ; le savant observateur a peut-être pris quelquefois des terrasses d'éboulement pour des relèvements faits de main d'homme, un chemin creux traversant une arête élevée, pour un fossé de défense. Mais le plus grand nombre de ceux qu'il a étudiés s'est conservé à travers les âges, et nous montre encore aujourd'hui des restes de retranchements.

Ces grossières fortifications sont toutes placées dans des conditions identiques, à l'extrémité d'un éperon d'une défense facile, ou bien sur la lisière d'un plateau élevé, se terminant à l'abrupt, de telle façon qu'il suffit de joindre deux points de l'escarpement pour obtenir une enceinte difficile à prendre d'assaut.

Beaulieu, et avec lui plusieurs archéologues, ont voulu y voir un système de forts d'arrêts construits par les Romains, à la fin de l'occupation des Gaules, vers le ve siècle de notre ère.

A cette époque, les passages des Vosges étaient tombés au pouvoir des Germains, et les légions refoulées auraient construit sur les coteaux de la Moselle une série de forts pour défendre le passage de la rivière.

Il est bien difficile de soutenir cette opinion puisqu'on trouve ces camps, non seulement sur la Moselle et le long des rivières, mais aussi dans le voisinage de vallées sans cours d'eau, qui pouvaient servir de communication, de routes naturelles entre les différentes stations habitées.

Nous ne nous occuperons que de ceux de ces ouvrages qui ont conservé des retranchements plus ou moins importants, et dont l'existence ne peut être mise en doute, et nous les classerons en deux catégories : 1° *Éperons barrés par un mur sans fossés ;* 2° *Camps à double enceinte ou à enceinte compliquée.*

Trois de nos refuges : la Fourasse, Montenoy et Gugney, peuvent servir de types des fortifications du premier genre.

La colline boisée de la Fourasse (altitude 325 mètres) se détache du plateau de Haye et fait saillie sur la vallée de la Meurthe, entre Champigneulles et Nancy. Un mur rectiligne sans fossé rejoint les deux flancs du coteau, isolant ainsi un espace demi-circulaire aux pentes inaccessibles.

Ce rempart est long de 338 mètres en ligne droite ; il a 9 mètres de largeur à la base et 1^m,30 de hauteur. A première vue il paraît construit en brocaille amassée à fleur du sol ; mais les moellons superficiels recouvrent en réalité un massif central de calcaire calciné sur place. Cette calcination a été obtenue en empilant, par lits alternatifs, la roche et le combustible, ainsi que le prouvent les nombreux charbons de hêtre trouvés en place.

Aucune fouille n'a été faite jusqu'à ce jour dans l'intérieur du camp, mais des débris de poterie paraissant se rapporter à l'âge du bronze ou au premier âge du fer ont été recueillis au pied du retranchement.

L'emplacement d'un refuge du même genre est facilement reconnaissable sur la colline (altitude 417 mètres), qui domine le village de Montenoy, au nord de Nancy. Là, malgré les changements apportés par la culture à la configuration du sol, on peut encore distinguer un mur en ligne droite. Les éclats de silex abondent dans l'intérieur du camp.

Enfin, au sommet de l'arête élevée (altitude 524 mètres) qui sépare les villages de Gugney et de Pulney, au sud de Vaudémont, un rempart d'environ 200 mètres de longueur, sans fossé, fort semblable comme proportions au mur de la Fourasse, isole l'extrémité de l'étroit plateau. De nombreux silex ont été recueillis dans le voisinage du mur, qui est du reste en parfait état de conservation.

De l'abondance des silex taillés ou polis sur le sol de ces refuges, nous ne conclurons pas que leur construction remonte à l'âge de la pierre polie ; mais ces restes d'industrie prouvent que nos plateaux furent habités dès cette époque reculée.

De nombreuses sépultures de l'âge du bronze ont été découvertes aux environs de Pulney : le musée de Nancy possède une belle lame d'épée, en bronze, trouvée dans cette localité.

Un ouvrage beaucoup plus imposant, le camp d'Affrique, au-dessus de Messein, a été l'objet de nombreuses publications depuis le commencement de ce siècle. Beaulieu, dans son premier volume de l'*Archéologie lorraine*, en a donné une description et un plan des plus complets.

Le plateau de Haye se termine au-dessus du village de Messein, par

une falaise inaccessible. Au bord même de l'escarpement, deux vallums parallèles, hauts de 5 mètres, avec fossés d'égale profondeur, décrivent une ellipse dont les branches viennent s'arrêter à l'abrupt. L'espace entouré est de 11,000 mètres carrés.

Ces deux remparts, très semblables de dimensions, diffèrent essentiellement comme mode de construction. Le vallum extérieur a été élevé à l'aide des déblais du fossé, tandis que le vallum intérieur est entièrement constitué, sauf la couche superficielle, par du calcaire oolithique calciné, comme à la Fourasse. Mais ici la masse calcinée est énorme et contient, avec des charbons, de nombreuses traces de vitrification, provenant tantôt des granits et porphyres du diluvium des plateaux, tantôt des éléments siliceux de l'argile du bajocien.

Le mur extérieur, au lieu de s'arrêter au haut de la falaise, se continue et entoure un petit plateau d'éboulement de 1,180 mètres carrés de superficie, appelé encore aujourd'hui le Marché du Camp.

Malgré leur ressemblance extérieure, la différence de construction de ces deux ouvrages ne permet-elle pas de conclure qu'ils ne sont pas contemporains et n'est-on pas en droit de penser que le rempart intérieur à nucléus calciné, s'étant un jour trouvé trop étroit pour abriter une population devenue plus riche et plus nombreuse, un rempart nouveau a renforcé le premier et élargi l'espace défendu ?

Vers le milieu du camp, on voit deux tumuli qui ont été fouillés par Beaulieu. Ces tumuli ne peuvent servir à assigner une date à l'antique forteresse : rien ne prouve en effet qu'ils ne sont pas antérieurs à la construction de l'enceinte.

Il n'en est pas de même des tombelles ouvertes aussi par Beaulieu, qui se trouvent au fond du fossé séparant les deux murs, et qui contenaient, nous dit-il, « des ossements décomposés, accompagnés de fragments de poterie noirâtre, très grossière ». La présence de ces tumuli et la calcination des matériaux ne peuvent laisser subsister la légende qui attribuait le camp d'Affrique aux légions romaines.

On pourrait citer bien d'autres traces de fortification dans notre pays ; au sommet de la montagne de Cuite, à Jaillon, etc..., mais nivelés par la culture ou couverts de bois, il n'est pas toujours facile d'en déterminer exactement la forme. Leur étude, du reste, nous entraînerait trop loin.

Mais il importe de signaler une construction d'un type tout différent, le mur cyclopéen de la Trinité, dont M. Cournault a fait une étude approfondie.

Des blocs de grandes dimensions, grossièrement appareillés, sur une hauteur de 3^{m},80, soutiennent une terrasse d'environ 20 ares de superficie sur le flanc du coteau de Malzéville. De là on pouvait apercevoir

les camps d'Affrique, de la Fourasse et de Vaudémont. Les fouilles pratiquées par M. Cournault, à la surface du terre-plein, lui ont permis d'y retrouver une source et des traces d'habitation.

C'est le seul monument de ce genre connu dans notre région.

Qu'il nous soit permis, avant de terminer, de dire quelques mots de deux stations situées dans l'arrondissement de Château-Salins, devenu aujourd'hui terre allemande.

Deux collines hautes d'environ 400 mètres, la côte de Delme et la côte de Tincry, ont porté des refuges très semblables à ceux que nous venons d'étudier.

A Delme, la charrue a détruit les retranchements, mais on trouve sur le sol noirâtre du camp, des silex, de la poterie grossière, puis aussi des tuiles et monnaies romaines.

A Tincry, une enceinte elliptique d'un énorme développement couronne le plateau.

Ce refuge, simplement cité par Beaulieu, n'a jamais été complètement décrit. Il comprend deux systèmes de défense : un premier retranchement, mur de 3 mètres de hauteur, avec fossé d'égale profondeur, décrit un demi-cercle d'environ 600 mètres de développement et isole l'extrémité sud du plateau. La surface entourée est d'environ 12 hectares.

A l'intérieur une seconde enceinte parfaitement circulaire, et d'une superficie d'environ 90 ares défend l'angle sud du camp, à l'endroit le plus escarpé.

M. Cournault a étudié et décrit cette partie de l'ouvrage.

Les fossés des deux enceintes à leur rencontre se confondent en un seul, semblant prouver par là que les deux constructions furent, sinon simultanées, du moins résultant d'un même plan.

En attendant des conclusions basées sur une étude plus complète, nous croyons devoir insister sur le fait curieux de l'existence de nucléus calciné dans deux ouvrages de défense de type très différent, l'éperon barré de la Fourasse, et le camp à double enceinte, dit Camp d'Affrique.

Puissions-nous avoir aujourd'hui attiré l'attention sur ces antiques vestiges de la défense de notre pays, et provoquer des travaux et des recherches aboutissant à la solution des nombreux problèmes qu'ils soulèvent !

M. NICOLAS

Conducteur des Ponts et Chaussées, à Avignon.

DÉCOUVERTES NOUVELLES FAITES DANS LES ENVIRONS D'AVIGNON, SUR LES PÉRIODES PRÉHISTORIQUES

— *Séance du 16 août 1886.* —

Voici, très sommairement, le résultat de mes nouvelles recherches préhistoriques dans les départements du Gard et de Vaucluse.

A la suite d'autres explorations dans la vallée de la Durance jusqu'à Sisteron et plus loin encore, à Authon, où les âges préhistoriques et leur étude présentent un grand intérêt, je n'avais qu'à me laisser guider par les renseignements utiles que j'avais recueillis dans ces contrées pour retrouver facilement ailleurs, dans d'autres vallées des petits affluents du Rhône, les mêmes époques avec leurs faunes respectives.

Le mont Ventoux[1] et ses versants abrupts, avec ses vallons étroits, tortueux, où des torrents se creusent depuis des siècles des lits profonds dans les puissantes assises néocomiennes, devait certainement recéler dans ses flancs bouleversés des abris, des refuges, des cavernes où les hommes et les animaux tour à tour, se disputaient le domaine.

Le bassin de l'Ouvèze, qui comprend le versant nord, fut donc le but principal de mes tournées.

Cette rivière, à partir d'Entrechaux où un pont romain permet de la franchir, et toujours en amont, s'est taillé dans les couches épaisses de miocène un profond encaissement ; c'est là où, sur une longueur de 3 ou 4 kilomètres, un entassement énorme de blocs monstrueux qui défie toute comparaison[2], se rencontrent des crevasses nombreuses et des cavités multiples.

Une d'entre elles nommée *Grotte de la Masque,* nom bien significatif, est tout à la fois le résultat d'un glissement et d'une dislocation formant abri et grotte.

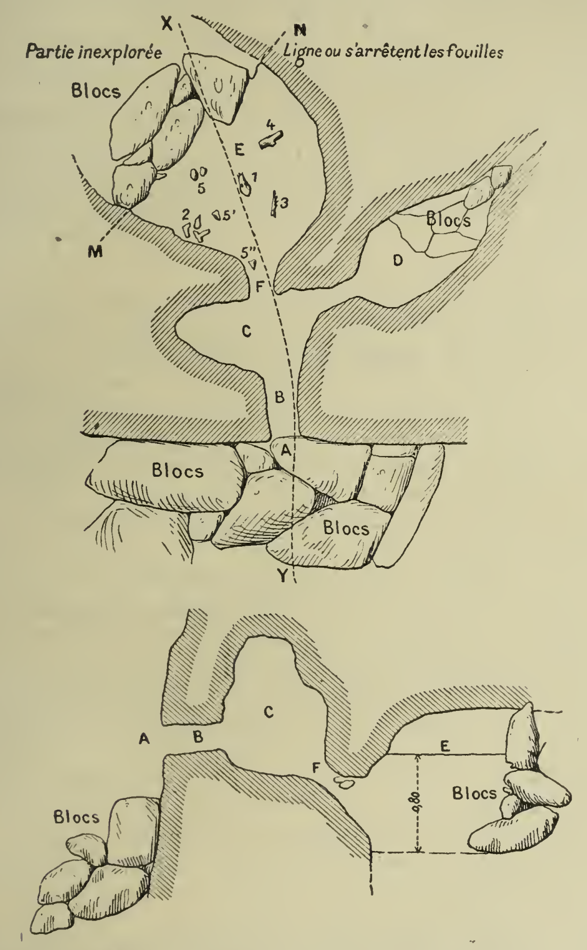
Le plan est celui de la plupart de ces cavernes. Une entrée élevée A qu'il faut atteindre en grimpant, puis un couloir raboteux B qui aboutit à une première salle C, d'où nous apercevons à droite une deuxième

1. Près de 1,900 mètres d'altitude; lorsque la plaine est à peine à quelques cents mètres, le mont Ventoux se dresse brusquement de plus de 1,600 mètres d'élévation au-dessus des terrains.

2. Je ne connais que Les Baux (Bouches-du-Rhône), la montagne de Gorde à Arles et la vallée de Buoux, près Apt (Vaucluse), qui m'aient offert un semblable désordre de blocs éboulés, toujours dans les assises du miocène.

salle D un peu élevée, et au fond, au ras du sol, une troisième salle basse E dont l'entrée permet à peine d'y passer la tête pour jeter un coup d'œil dans cet antre inexploré et inexplorable en l'état.

Je néglige la deuxième salle D où des blocs suspendus menacent les visiteurs et m'attache à agrandir l'ouverture F de la troisième salle E ; petit à petit nous dégageons cette entrée où les blocs soudés par les



N° 1. Tête d'hyène (*Hyæna crocuta*). — N° 2. Divers gros ossements d'aurochs. — N° 3. Corne de chevreuil. — N° 4. Corne de *cervus*. — N°s 5, 5′, 5″. Silex divers.

stalagmites avaient reconstitué la roche ; bientôt un silex moustérien se montre, le plus petit des trois (5″), suivi de la rencontre d'ossements.

Le travail laborieux des déblais avance lentement ; les ouvriers à genoux ou couchés ne peuvent qu'avec difficulté enlever les blocs et les terres sèches que nous rencontrons ; mais, en avançant, les osse-

ments deviennent moins rares, sans ordre au milieu des dépôts; ces débris, représentants d'une faune disparue de la contrée, me rappellent des restes analogues que j'ai retrouvés dans d'autres grottes aux environs et généralisent leur apparition dans nos contrées.

Actuellement les travaux se poursuivent. A mon départ, ils n'avaient pu franchir la ligne MN que de gros blocs limitaient. Tout cependant nous autorise à penser qu'en arrière de ce blocage colossal nous pourrons approfondir nos fouilles en débarrassant complètement cette grande excavation.

Les ossements nombreux ont été soumis à la haute appréciation de MM. de Mortillet, père et fils, qui, dans cette circonstance comme dans bien d'autres, n'ont cessé de me prêter le plus bienveillant concours.

En résumé, la faune de la caverne de la Masque se compose jusqu'à ce jour, savoir :

1° Homme, *Homo ;* un fragment de crâne et une rotule.

2° Hyène, *Hyæna crocuta* (Hyène tachetée) ; un crâne et dents diverses, une phalange et un métacarpe ou métatarse avec forte exostose.

3° Ours, *Ursus arctos* (Ours brun) ; un fragment de mâchoire supérieure, des fragments de mâchoire inférieure, une jeune molaire, un calcanéum et une partie de radius, une partie du bassin, enfin des phalanges dont une avec exostose.

4° *Ursus arctos* de plus petite taille, variété *Pyreneus ;* représenté par deux canines.

5° Rongeurs ; rongeur probablement de la famille des *Arvicola* ayant laissé des traces de ses dents sur une corne de cerf.

6° Cerf, *Cervus elaphus* (cerf ordinaire) ; base d'une corne d'un très grand individu, phalange très forte, base de tibia, phalange onguéale, cubo-scaphoïde et dents diverses d'individus de taille ordinaire.

7° Chevreuil, *Cervus capreolus ;* corne de forte taille d'un vieil individu.

8° Mouton ou chèvre ; une molaire inférieure (probablement plus récente).

9° Bovidés ; bœuf de la taille de nos bœufs ordinaires actuels, représenté par un os iliaque.

10° Bovidé de grande taille, *Aurochs* et *Urus ;* une astragale, une base de tibia et un cubo-scaphoïde.

11° Rhinocéros, *Rhinoceros tichorhinus;* un fragment d'omoplate.

12° Cheval, *Equus caballus ;* 2 métacarpes de taille ordinaire et un sabot d'individu de petite taille.

13° Chien ou Loup, *Canis... ?* un seul humérus.

14° Armes ; enfin des silex de forme moustérienne bien accusée, 3 éclats seulement dont un de près de $0^m,10$ de longueur.

A côté de ces fouilles et recherches j'avais établi un autre chantier d'exploration au Pont du Gard, à la grotte de la Sartanette, explorée en partie seulement par notre éminent confrère M. Cazalis de Fondoux.

Les déblais repris à droite et à gauche de cette immense excavation mirent à jour de nouvelles richesses pour nos études.

A gauche surtout, le 2 juillet 1886, nous trouvons un crâne d'individu jeune présentant les caractères les plus accentués de dolichocéphalie ; l'épaisseur de la boîte est faible.

De fort belles poteries (morceaux), des poinçons en os dont un pouvait servir de sifflet, sont aussi rencontrés partout.

Dans une autre grotte (celle de Saint-Vérédème), un objet des plus singuliers, dont la destination n'est pas facile à saisir, fut retrouvé dans les fouilles.

Il consiste en une corne de cerf formant pommeau, espèce de manche, dans lequel se trouve enchâssé fort exactement, avec précision, une boule en serpentine.

Cette pièce vraiment originale autant que remarquable n'a pas de similaire encore dans nos collections.

M. le Dr E. MAUREL

Médecin principal de la Marine, à Cherbourg.

ÉTUDE COMPARÉE DU SANG DANS LES RACES HUMAINES

— *Séance du 16 août 1886.* —

Les éléments figurés du sang présentant des formes différentes dans la série animale, les divers groupes humains, d'autre part, offrant des caractères différentiels si nombreux et si marqués, il m'a paru intéressant de rechercher si l'étude du sang de ces divers groupes ne révélerait pas aussi quelques particularités qui pussent constituer un caractère de race.

Ces recherches me paraissent même d'autant plus utiles, elles me semblaient devoir être d'autant plus fructueuses que ces divers groupes possèdent, on le sait, des réceptivités différentes pour certaines maladies, et qu'on pouvait espérer trouver dans la constitution du sang la cause de ces différences.

Mais, évidemment, il ne pouvait être question de différences saillantes, faciles à constater. Les races humaines sont trop rapprochées l'une de l'autre pour que les différences, si elles existent, se traduisent autrement que par des nuances et seulement par des moyennes.

C'était donc une étude de longue haleine qu'il fallait entreprendre.

Commencées, en effet, en 1881, pendant mon séjour à la Guade-

loupe, les observations que je vais résumer devant vous n'ont été terminées qu'à la fin de 1885, en Extrême-Orient.

Déjà, à mon retour de la Guadeloupe, j'ai exposé les résultats de mes recherches devant la Société d'anthropologie de Paris. A l'époque, n'ayant observé que les noirs et les Hindous, je n'avais constaté aucune différence caractéristique ni dans la forme, ni dans le nombre des deux principaux éléments figurés : l'hématie et le leucocyte. Le seul fait digne de remarque que je relevai dans cette étude, fut la manière différente dont les hématies de ces races se comportaient dans les sérums artificiels.

Mais depuis, ayant eu l'occasion de poursuivre ces recherches dans les races jaunes, j'ai trouvé des différences qui me paraissent mériter votre attention.

Actuellement mes observations portent sur six principaux groupes ethniques :

1° Les Européens ; 2° les Hindous ; 3° les noirs de la Guadeloupe ; 4° les Annamites ; 5° les Chinois ; 6° les Khmers.

Comme on le voit, les trois principales races sont représentées : l'indo-européenne par les Européens et les Hindous ; la race noire par les noirs de la Guadeloupe, et la race jaune par deux peuples purs, les Chinois et les Annamites, et par un groupe métis, les Khmers.

Le nombre d'observations s'élève :

A 20 pour les Européens ; à 9 pour les Hindous ; à 6 pour les noirs ; à 14 pour les Chinois ; à 18 pour les Annamites ; à 29 pour les Khmers.

Soit en tout 96 observations.

Pour chacun de ces groupes, j'ai non seulement compté les globules rouges et les globules blancs, mais aussi mesuré les dimensions de ces deux éléments figurés, calculé leur richesse en hémoglobine, enfin apprécié la résistance des hématies aux divers sérums artificiels.

Il serait trop long de vous exposer ces recherches longues et minutieuses ; elles trouveront mieux leur place dans un mémoire. Je ne veux aujourd'hui que vous exposer les faits les plus saillants, ceux qui ont trait à la numération des deux éléments figurés les plus importants : les hématies et les leucocytes.

Mais, avant, je crois utile de rappeler en quelques mots quelles sont les différentes formes qu'affectent ces deux éléments, soit dans l'intérieur du système circulatoire, soit dans les divers sérums qui servent à les étudier.

Ma communication comprendra donc deux parties : la première sera consacrée à l'étude de la forme des deux éléments figurés du sang dans les diverses races, forme qui, d'ailleurs, reste la même pour

toutes; et 2° à l'étude comparée du nombre des deux principaux de ces éléments : hématies et leucocytes, dans les diverses races.

Des conclusions résumant ma communication la termineront.

PREMIÈRE PARTIE.

Hématies ou globules rouges. — L'hématie du sang de l'homme a la forme d'un disque dont les deux faces opposées seraient concaves. C'est là sa forme type, celle qu'elle présente en dehors de l'économie, lorsqu'elle n'a encore subi aucune influence étrangère.

Dans l'organisme, entraîné par le torrent circulatoire, le globule est susceptible de changer de forme, par suite des pressions exercées contre les parois des vaisseaux qui le contiennent; mais ces changements de forme ne sont que momentanés; il retourne bientôt à sa forme primitive.

Il n'en est pas de même en dehors de l'organisme. Laissé dans son sérum normal, ou placé dans une solution saline, sa forme change plus ou moins rapidement et cela en suivant une série de modifications dont l'ordre est toujours le même et qui se commandent l'une l'autre. C'est par la description de ces changements de forme, dont l'ordre de succession n'avait peut-être pas été signalé d'une manière assez précise, que je vais commencer. Les modifications s'opérant plus rapidement quand les hématies sont placées dans une solution saline, c'est dans ces conditions que je les supposerai.

A l'état normal, je viens de le dire, le globule rouge est discoïde et ses deux faces sont (fig. 1, A) régulièrement concaves. Or, la première

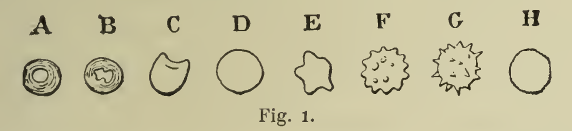


Fig. 1.

modification qu'il subisse consiste en une déformation de cette dépression. Elle apparaît au microscope sous une forme polygonale et bien plus tranchée. Elle prend même une teinte rose lorsque la solution est concentrée (4/50). On dirait que dans la portion centrale, les deux faces se sont rapprochées, en même temps que la périphérie du globule s'est gonflée (B). Puis ces deux faces se séparent et assez rapidement, l'une d'elles de concave qu'elle était devient convexe. C'est là la *forme en calotte* (C) de Ranvier. Or, cette forme peut s'exagérer et la face convexe le devenir assez pour qu'un intervalle relativement considérable la sépare de la concave. Le globule se présente alors sous la forme d'un ovale dont une des extrémités serait rentrée en dedans. Mais peu à peu cette dernière devient elle-même convexe, et dès lors

le globule prend une *forme sphérique* ou biconvexe (D). Dans cet état, il est manifestement plus large que précédemment : il est étalé, plus pâle et à contours moins foncés. Mais ce n'est là qu'un autre terme de cette série de transformations. Rendu à cet état, quelques minutes suffisent pour que le globule se couvre d'irrégularités. Ce sont de véritables dentelures dont le début a été fort bien figuré par Ranvier [1]. Mais cet état est tout à fait passager et bientôt une des déformations les plus caractéristiques lui succède : c'est celle à laquelle je donne le nom d'*amibiforme* (E). Dans cet état, le globule se présente avec une série de prolongements encore peu nombreux, mais qui rappellent exactement les prolongements sarcodiques. Ces prolongements, comme le démontre l'examen de ceux qui existent sur la face qui regarde l'objectif, sont cylindriques et peuvent atteindre jusqu'à un cinquième de diamètre du globule. Les aspects sous lesquels le globule peut se présenter alors sont des plus variables. Mais, peu à peu, ses prolongements diminuent de longueur, deviennent coniques de cylindriques qu'ils étaient ; enfin, ils se multiplient à ce point que tout le globule semble en être hérissé.

En ce moment, il offre l'aspect d'une mûre ou d'une framboise. C'est à cet état que je réserve le nom de *mûriforme* (F). Les prolongements continuant d'une part à diminuer le diamètre, et de l'autre à se multiplier, le pourtour du globule ne présente bientôt plus qu'une série de fines irrégularités ; c'est l'*état crénelé* [2] (G). Ces irrégularités enfin deviennent de plus en plus fines et même disparaissent complètement. Le pourtour paraît lisse mais plus foncé qu'avant. De plus, le globule est devenu très régulièrement circulaire (H) ; enfin le centre est transparent. Si en ce moment on lui imprime quelques mouvements, on peut se rendre compte que, de même que dans les états précédents, le plus souvent il a conservé une forme un peu aplatie.

Ce n'est que dans les solutions très faibles et à plus forte raison dans l'eau distillée, lorsque les globules ont de la tendance à disparaître, que primitivement ils deviennent sphériques. Dans les solutions plus fortes, ce n'est qu'après avoir passé par tous les états précédents jusqu'à l'état lisse, qu'ils deviennent pâles, augmentent de volume et peuvent devenir sphériques. Mais dans ce dernier cas, il faut généralement attendre de 8 à 10 heures.

Telle est la série de modifications que j'ai constatées sur chaque globule et l'ordre dans lequel elles se succèdent, je les résume de la manière suivante :

1° État normal, discoïde biconcave (fig. A) ; 2° déformation de la

1. *Traité technique,* p. 181, fig. 41, *m.*
2. Ces trois états, amibiforme, mûriforme et crénelé, correspondent aux globules épineux de Ranvier.

dépression centrale (fig. B) ; 3° forme en calotte (fig. C) ; 4° forme étalée (fig. D) ; 5° état amibiforme (fig. E) ; 6° état mûriforme (fig. F) ; 7° état crénelé (fig. G) ; 8° état lisse (fig. H).

Leucocytes ou globules blancs. — Cet élément diffère sous tous les rapports du précédent. Si, en effet, les changements de forme que j'ai décrits chez ce dernier ne s'opèrent que sous l'influence des agents extérieurs et sont complètement passifs, il n'en est pas de même pour l'élément dont j'aborde l'étude. Nous nous trouvons ici en présence d'un véritable micro-organisme, ayant une existence propre et qui, comme l'organisme dont il fait partie, naît, se développe et meurt. Ce n'est certes pas un des spectacles les moins attrayants que nous offre le microscope, que celui de cette foule d'êtres, car on en compte plusieurs milliers par millimètre cube, se mouvant en tous sens, aussi bien dans le torrent circulatoire qui les entraîne qu'au milieu des tissus qu'ils traversent grâce à leur facilité étonnante de s'amincir et de s'étirer.

Mais pour que les leucocytes humains nous donnent ce spectacle, ils ont besoin d'une température extérieure qui dépasse 20 degrés et mieux 25 degrés. C'est dans ces heureuses conditions que je les ai suivis pendant des jours entiers à la Guadeloupe et, je puis le dire, sans jamais me lasser.

Le leucocyte a une forme sphérique ; on peut facilement s'en rendre compte en imprimant de petits chocs à la préparation.

On les voit alors se déplacer dans le champ du microscope, et quelle que soit leur position, se présenter toujours avec une forme régulièrement circulaire.

Leur couleur est légèrement grise, ne tranchant que fort peu sur le fond de la préparation surtout quand ils sont jeunes. Plus tard, non seulement ils se foncent et leur contour devient plus net, mais de plus des granulations s'accumulent dans leur intérieur et l'envahissent presque en entier. Dans ces conditions, ils deviennent très apparents ; ce sont les leucocytes pigmentés.

C'est là le globule blanc, tel qu'il nous apparaît à l'état de repos, ou par des températures au-dessous de 20 degrés, ou dans des sérums autres que le sien. Mais, je l'ai dit, laissé dans son sérum et par des températures de 30 degrés, comme celle de la Guadeloupe, son étude est autrement attrayante.

Dans l'état le moins avancé, il est immobile et son volume ne dépasse que de très peu celui des hématies. Il peut même lui être inférieur.

Il est alors tellement pâle que ce n'est qu'avec peine qu'on le trouve dans les préparations. Cet état doit durer assez longtemps, car il m'a fallu quelquefois attendre deux et trois jours pour saisir le premier

mouvement sur place (fig. 2, A). Cette période a donc au moins cette durée sans compter le temps qui s'était écoulé jusqu'au moment où a commencé mon observation. Après cette période d'immobilité se montrent les premiers mouvements : ils ont d'abord lieu sur place. Le leucocyte donne des prolongements sarcodiques, qu'il rentre ensuite en se déformant successivement sur un point quelconque de sa périphérie (B). Puis après une période que j'estime à 36 heures environ, les premiers déplacements ont lieu [1].

A

B

C

D

E

F

G

H

Fig. 2.

D'abord lents, ils s'accentuent ensuite, et dans l'espace de quelques heures ils deviennent très actifs (C). De plus, peu à peu, le leucocyte devient plus foncé, et quelques granulations commencent à se mouvoir dans son intérieur. Je ne saurais dire combien dure cet état. Si, en effet, il est facile d'étudier la série de transformations qu'il présente, tant qu'il est immobile, l'observation devient impossible dès que ses mouvements deviennent actifs. Le temps pendant lequel on peut le suivre, et encore au prix de fatigues excessives, ne dépasse pas quelques heures. Peu à peu, les granulations augmentent ; mais sous ce rapport, il existe de grandes différences. Quelques-uns en contiennent peu ; d'autres, au contraire, sont presque complètement envahis. C'est vers cette période qu'apparaissent des espaces ayant un léger reflet rose, semblable à ce que l'on considérait autrefois comme des estomacs et maintenant comme des cellules contractiles chez les amibes. Je conserve encore des doutes sur leur nature, et c'est pour ne rien préjuger sur elle que j'ai adopté seulement le nom d'*espaces roses,* que l'on trouvera dans la suite (E). Ces espaces roses, du reste, caractérisent la période la plus active des leucocytes. Ce sont en ce moment de véritables amibes ; ils en ont tous les caractères. J'ai été d'autant plus frappé de cette ressemblance, qu'en même temps que mes recherches sur le sang, j'en faisais d'autres sur les micro-organismes des marais, et que je pouvais les comparer plus facilement. Une seule différence existe : outre le volume des amibes qui souvent dépasse de beaucoup celui des leucocytes, c'est que les granulations de pigment contenues dans ce dernier ont une forme régulière, tandis que les corpuscules

1. J'ai eu une véritable satisfaction en voyant un leucocyte, qui depuis plusieurs heures n'avait que des mouvements sur place, accomplir ses premiers déplacements. Ces déplacements sont indécis et comme hésitants. Ce n'est qu'après quelques heures qu'ils deviennent réellement actifs. Les derniers mouvements sur place sont plus rapides que les autres ; on peut donc presque prévoir, en examinant un leucocyte n'ayant que des mouvements sur place, s'il est près de se déplacer.

qui ont pénétré la substance des amibes sont irréguliers et comme dimensions et comme forme.

Après cette période très active pendant laquelle il faut moins d'une minute au leucocyte pour franchir un espace égal à ses dimensions propres, les mouvements tendent à diminuer. En ce moment, il est généralement très riche en granulations. Celles-ci s'accumulent tantôt sur un point tantôt sur un autre, formant deux ou plusieurs groupes, se disposant en croissant, ou se portant à la circonférence qu'ils dessinent de la manière la plus riche et la plus élégante. Mais bientôt, les déplacements cessent et les mouvements n'ont plus lieu que sur place. Dès lors l'observation redevient plus facile. Cet état dure en général un ou deux jours ; puis le leucocyte rentre dans son immobilité première (F). Mais il n'en est pas de même de ses granulations. Celles-ci ont dans son intérieur des mouvements les plus manifestes ; elles continuent à parcourir de plus en plus lentement, il est vrai, la masse protoplasmique du leucocyte et à se grouper de mille manières différentes. En même temps le leucocyte qui, dans les premiers temps de son immobilité, était revenu à lui, s'étale maintenant et se déforme (G). Son centre devient tout à fait transparent ; les granulations s'accumulent sur un point de la périphérie, appuient sur la membrane d'enveloppe, la déchirent et passent toutes par cette effraction. Dès leur sortie, elles sont agitées par les mouvements browniens les plus vifs. Pendant quelque temps elles restent plus ou moins agglomérées ; puis enfin elles se séparent et semblent désormais destinées à vivre d'une vie propre (H). Elles paraissent rentrer dans une nouvelle existence. J'ajouterai pour compléter ce qui a trait à ces transformations successives si intéressantes, que pendant la dernière période de la vie des leucocytes, un certain nombre de granulations augmentent de volume, et qu'au lieu de se présenter comme un corps complètement opaque, elles se montrent comme de petites cellules à contours très foncés et à centre clair.

Telles sont les différentes transformations que subissent ces éléments. Pour fixer les idées, je leur ai donné les noms suivants, correspondant chacun à une phase de leur existence :

Forme 1. Immobiles et sans pigment.	1° *Pâles et immobiles*	A
	2° *Pâles avec des mouvements sur place ou amiboïdes*	B
Forme 2. Mobiles et pigmentés.	3° *Se déplaçant et sans pigment*	C
	4° *Amibes pigmentés, se déplaçant et contenant des granulations*	D
	5° *Amibes pigmentés, se déplaçant et ayant en plus des espaces roses*	E
Forme 3. Immobiles et pigmentés.	6° *Très pigmentés et peu mobiles*.	F
	7° *Très pigmentés et immobiles, mais les granulations se déplaçant*	G
	8° *Pigmentés et étalés*	
	9° *Déchirés et vidés de leurs granulations* .	H

Hématoblastes. — Je dois rappeler tout d'abord que l'examen de ces éléments doit être fait dans des conditions spéciales. Ce qui les distingue, en effet, surtout des deux autres que je viens d'étudier, c'est leur excessive vulnérabilité et leur peu de résistance. C'est évidemment la grande tendance qu'ils ont à disparaître même dans leur sérum naturel qui est cause que, jusqu'à ces dernières années, ils aient passé inaperçus, ou que l'on se soit mépris sur leur nature. Leur découverte, on le sait, due au professeur Hayem, ne remonte qu'à quelques années.

Les moyens de les observer sont les suivants :

On peut d'abord le faire dans une préparation encellulée comme pour l'examen des hématies, mais alors à la condition de mettre une grande rapidité dans l'exécution du procédé, et encore la durée pendant laquelle leur observation peut avoir lieu est-elle très courte. Ce procédé devient cependant très suffisant dans les températures voisines de 0°, ainsi que l'ont constaté Hayem et après lui Cadet.

On peut également se servir soit du liquide B de Hayem, soit du sérum artificiel B de Cadet.

Enfin, contrairement à ces procédés qui tous relèvent de la voie humide, on peut les examiner par le procédé que Hayem a fait connaître : celui de la voie sèche. C'est même le seul qui permette de les conserver.

Ces différents moyens mis successivement en usage permettront de constater que dans toute préparation de sang normal, outre les hématies et les leucocytes, il existe des éléments discoïdes et biconcaves, pâles, faiblement colorés, peu résistants aux pressions extérieures, de dimensions bien inférieures aux hématies qu'ils rappellent par la forme et la couleur : ce sont les hématoblastes. C'est là leur état normal, et c'est ainsi qu'on les voit dans les meilleures conditions d'examen. Mais dès que ces conditions laissent à désirer, ils se déforment, s'allongent, s'étirent et, au lieu de rester isolés, se groupent par trois, quatre ou même en plus grand nombre. En continuant l'observation lorsqu'on les examine dans leur sérum normal, on voit partir des irrégularités de leur contour des filaments de fibrine.

Comme on le voit, les formes affectées par les divers éléments du sang sont nombreuses et des plus variables. Il est donc important d'être familiarisé avec elles quand on veut faire des recherches cliniques. On pourrait sans cette étude préliminaire s'exposer à des mécomptes en considérant comme pathologique ce qui n'est qu'une forme de l'état normal. C'est à ce point de vue qu'il m'a paru important d'insister de nouveau sur ce point.

SECONDE PARTIE

L'instrument qui m'a servi est celui de Hayem et Nachet. Les sérums ont varié ; c'est une solution de sulfate de soude à la Guadeloupe, et le liquide B de Hayem en Cochinchine et au Cambodge.

RACES.	NOMBRE D'HÉMATIES.	NOMBRE DE LEUCOCYTES.	RAPPORT NUMÉRIQUE.
Européens	5.000.000	5.000	1.000
Hindous	5.008.222	5.549	902
Khmers	4.474.751	5.519	810
Annamites	4.238.731	4.123	1.028
Chinois	4.334.861	4.011	941
Noirs	5.112.256	3.823	1.337

Globules rouges. — Le nombre de globules rouges contenus dans un millimètre cube de sang pour la plupart des observateurs en France et même en Europe, on le sait, est de 5,000,000. Ceux que j'ai trouvés à la Guadeloupe chez les Hindous et les noirs ne s'en éloignent que de fort peu, ce sont : 5,008,222 pour les premiers et 5,112,256 pour les seconds. Ces différences sont trop peu considérables pour qu'on en tienne compte.

Mais, chez la race jaune, j'ai constamment trouvé des chiffres qui sont manifestement inférieurs. On peut le voir par le tableau ci-dessus. Leurs moyennes oscillent entre 4,000,000 et 4,500,000. Celles des Annamites et des Chinois qui sont des races jaunes pures, se confondent presque dans le même chiffre. Quant à celles des Khmers qui, on le sait, sont des métis d'Hindous et de race jaune, ils ont une moyenne un peu plus élevée : 4,474,751.

C'est là un fait que je me permets de signaler sans lui accorder trop d'importance.

Ainsi, si nous classons ces groupes ethniques par nombre de globules, nous voyons que ce sont les noirs qui en ont le plus, que nous venons après les Hindous, que les Khmers viennent ensuite et qu'enfin les Chinois et les Annamites figurent en dernier lieu. Cette pauvreté du sang des Chinois et des Annamites, en globules rouges, ne pourrait-elle expliquer leur plus grande réceptivité pour le choléra qui, on le sait, frappe souvent les anémiques ?

Leucocytes. — Le nombre de leucocytes pour les Européens a été fixé à peu près à 5,000 ; c'est aussi ce nombre auquel je suis arrivé. Nous ne trouvons plus ici la même concordance que pour les globules rouges : pour les Hindous, leur nombre est sensiblement supérieur au nôtre (5,549), et celui des noirs sensiblement au-dessous, moins de 4,000.

Je trouve ce fait d'autant plus digne d'être signalé que j'accorde une

grande importance au rôle du leucocyte dans la reconstitution du sang.

Après une hémorrhagie, dans la convalescence d'une maladie qui a porté une atteinte sérieuse à la richesse du sang, c'est toujours par une augmentation des globules blancs que commence la reconstitution. Elle la précède d'une manière si évidente que pendant quelques jours encore on voit les hématies continuer à diminuer, tandis que les leucocytes augmentent.

C'est là même le véritable criterium de la convalescence. Leur nombre devient en ce moment de beaucoup supérieur à l'état normal. Parmi ces leucocytes, beaucoup sont jeunes ; dans les quelques jours qui suivent, ils évoluent, et arrivent bientôt à leur période ultime. Or, cette période, fait remarquable, coïncide avec l'apparition de nombreux hématoblastes ainsi que de globules jeunes, et enfin avec l'augmentation des hématies.

Il est difficile de ne pas conclure de cette coïncidence qui est constante, qu'il existe entre ces deux faits une relation de cause à effet, et que l'augmentation des hématies dépend de la destruction des leucocytes.

Or, cela étant, je le répète, il me paraît important de constater que dans certains groupes ethniques, le chiffre normal de cet élément figuré est sensiblement supérieur ou inférieur au nôtre. C'est dire presque que la vitalité de leur sang, qu'on me permette cette expression, est également plus grande ou plus faible.

Le chiffre des Annamites et des Chinois, sensiblement au-dessous de celui des Européens, est cependant supérieur à celui des noirs. Comme pour les hématies, c'est l'Annamite qui est le plus pauvre. Et, fait remarquable, celui des Khmers, supérieur aux deux qui précèdent occupe généralement une place intermédiaire entre eux et celui des Hindous.

CONCLUSIONS

Ainsi même en restreignant mon étude au nombre de ces deux éléments, et tout en désirant voir mes résultats confirmés par d'autres observateurs, je crois que l'on peut conclure que toutes les races n'ont pas la même richesse de sang, et qu'elles présentent sous ce rapport de véritables différences ethniques.

Ces différences peuvent se résumer dans les conclusions suivantes :

1° C'est la race noire qui paraît avoir le nombre d'hématies le plus considérable, 5,100,000 noirs de la Guadeloupe, puis viennent les Indo-Européens 5,000,000 les Européens, — 5,000,000 les Hindous, puis les Khmers 4,474,000, et enfin les Chinois 4,350,000 et les Annamites 4,250,000 ;

2° Le chiffre des Khmers est intermédiaire aux deux peuples dont ils proviennent, les Hindous et les jaunes, se rapprochant beaucoup plus de ces derniers par ce caractère comme pour les autres ;

3° Le même fait est encore plus marqué pour les leucocytes ;

4° Sous le rapport de cet élément, ce sont les Hindous qui ont les chiffres les plus élevés (5,500), puis viennent les Khmers (5,500), ensuite les Européens (5,000) ; après, les jaunes Chinois : (4,600), — Annamites (4,000) et en dernier lieu les noirs (3,800) ;

5° Ce fait me paraît être d'autant plus digne d'être signalé, que j'attribue un rôle important aux leucocytes dans la reconstitution du sang.

M. le baron J. de BAYE

à Baye (Marne)

RÉUNION DE PLUSIEURS ÉPOQUES DE LA PIERRE SUR UN MÊME PLATEAU

— *Séance du 16 août 1886.* —

Le gisement quaternaire de Fèrebrianges (Marne) revêt un caractère qui n'a pas encore été rencontré dans les autres dépôts de la même époque. Les alluvions du plateau de Fèrebrianges en effet renferment des instruments appartenant au type chelléen, mélangés à des formes moustériennes ; et la couche arable qui recouvre le dépôt contient des instruments de la pierre polie. Cette association imprime au gisement une nuance archéologique propre à fixer l'attention. Ordinairement les dépôts connus des différentes époques de la pierre, se particularisent et paraissent s'exclure pour ainsi dire mutuellement. Les pièces qui proviennent du dépôt quaternaire de Fèrebrianges, contrairement aux spécimens qui caractérisent les graviers des rivières, n'ont pas été roulées, elles sont intactes, leurs arêtes sont vives et ne sont pas oblitérées. Les instruments chelléens, à l'exception d'une seule pièce, qui est en silex d'eau douce, sont tous en silex de formation marine. Au contraire, les pièces de forme moustérienne sont à peu près dans la même proportion en silex lacustre et marin. Toutefois, les pièces les plus remarquables sous le rapport du travail sont en silex de la craie. Les coquilles fossiles qui se trouvent dans le silex lacustre rendent ce dernier très difficile à traiter.

La couche sédimentaire a donné à Fèrebrianges deux pièces d'un très grand intérêt. Elles pourraient être regardées comme des témoins de la transition entre le chelléen et le moustérien. Lorsqu'on examine

l'instrument d'un seul côté, on peut le ranger parmi les types chelléens, car il a une face retaillée qui le range parmi les instruments éclatés. Mais si on regarde le côté opposé, on reconnaît les caractères distinctifs de l'époque du moustier, le conchoïde est bien apparent.

La couche d'alluvion présente quatre mètres de profondeur à sa plus grande puissance. Ce dépôt quaternaire réunit diverses industries et renferme seul les produits des diverses époques qui se trouvent réparties dans les différentes couches des graviers des rivières. Ces derniers dépôts, formés de plusieurs stratifications, se sont constitués pendant la même période de formation. La faune y caractérise les diverses couches où les restes de l'industrie humaine indiquent les développements du travail en revêtant différents aspects. Dans notre dépôt, à la même époque et vraisemblablement sous l'influence des mêmes causes, une couche de terrain d'alluvion s'est formée, entraînant à l'état de mélange les représentants des diverses époques paléolithiques. Les conditions caractéristiques de ces alluvions présentent donc des nuances spéciales.

Les gisements formés par des alluvions se composent de couches superposées contenant des restes de l'industrie quaternaire. Ils appartiennent au système des vallées et sont dus à l'action des cours d'eau. Des causes énergiques ont formé ces couches successives dont les éléments surabondaient. Sur les plateaux, l'action de l'eau n'était pas aussi intense et une seule strate argileuse se déposait pendant que plusieurs couches se succédaient dans le fond des vallées. Il résulte de ces faits, que les dépôts avoisinant les cours d'eau ont écrit l'histoire des progrès de l'industrie primitive en plusieurs chapitres, tandis que la couche d'alluvion du plateau de Fèrebrianges résumait cette même histoire en un seul chapitre.

Le dépôt sur lequel nous appelons votre attention, quel que soit le point de vue sous lequel on le considère, provoque des conclusions particulières, et il est digne de l'attention des savants observateurs qui recherchent l'origine des industries primitives. De simples gisements, où les divers âges de la pierre apparaissent associés sur la surface du sol, ont été jugés dignes d'intérêt. La présence de ces différentes époques dans une même couche géologique intacte et bien homogène, mérite certainement à un plus haut degré, l'attention de la science; cette couche géologique est datée archéologiquement par les produits variés de l'industrie humaine paléolithique.

Le dépôt de Fèrebrianges aurait pris naissance à l'époque chelléenne et sa formation aurait été complète à l'âge du renne. Examinons rapidement les traces de l'industrie humaine, telle qu'elle se présente dans le dépôt de Fèrebrianges. Pour plus de clarté, nous suivrons la classification la plus généralement admise.

1° Instruments chelléens, amygdaloïdes de diverses dimensions. Il y a aussi des formes ovalaires et d'autres pièces allongées affectant la forme désignée sous le nom de *langue de chat*. Nos spécimens de Fèrebrianges ont leurs contours aigus, excepté à la base qui est quelquefois arrondie.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, on rencontre des pièces qui semblent former la transition entre le chelléen et le moustérien.

2° Les pointes du moustier, qui sont l'instrument typique de l'industrie à laquelle ils appartiennent, donnent quelques spécimens retaillés vers la pointe. D'autres n'offrent de retailles que sur un seul côté, comme on le voit sur les pointes moustériennes de High-Lodge. Certaines autres pointes, affectant la forme moustérienne, sont dépourvues de retailles; l'ouvrier a obtenu la forme désirée sans opérer aucune retaille.

Le dépôt de Fèrebrianges donne aussi de grands racloirs propres à l'époque moustérienne. Il n'est pas possible de confondre ces instruments avec les grattoirs si abondants à une époque plus rapprochée.

Nous avons rencontré un grand nombre de très grandes pièces de formes variées, dont le travail cependant est identique, qui appartiennent certainement à l'industrie moustérienne. Ces grands éclats d'un aspect qui dénote une commune origine n'ont pas d'unité dans leurs formes.

3° L'industrie magdalénienne est représentée par des lames assez nombreuses et des grattoirs allongés du type si connu.

Le dépôt ne contient pas d'ossements fossiles.

M. Th. WILSON

Consul des États-Unis, à Nice.

LES SILEX DE BRÉONIO

— Séance du 16 août 1883. —

Me trouvant dans le nord de l'Italie il y a quelques semaines, j'ai profité de l'occasion pour visiter la commune de Bréonio, à 15 kilomètres au nord de Vérone, localité où ont été trouvés des instruments en silex de *forme curiose* (formes curieuses), qui ont soulevé dernièrement une vive polémique et dont l'authenticité a été mise en doute.

Je ne veux pas entrer dans cette discussion, ayant dans les deux camps des amis qui ont toujours eu pour moi beaucoup d'attention et d'amabilité. Je suis voyageur, étranger, et il ne serait pas de bon goût de ma part de prendre parti pour les uns ou pour les autres.

Mais cela ne m'empêche pas de vous dire impartialement ce que j'ai vu et de vous montrer ce que j'ai trouvé. Vous tirerez vous-mêmes les conclusions que vous voudrez.

La question de l'authenticité des instruments en silex de *forme curiose* n'est pas une question facile à résoudre. Bien au contraire, elle présente de grandes difficultés. Après deux jours de recherches sur place, j'étais tout à fait incertain.

Des palethnologues italiens de premier ordre, des hommes de la plus haute compétence, de bons observateurs, qui connaissent le mieux le pays et le préhistorique: Pigorini, Strobel, Brixio, de Stefani, ont étudié cette question avec grand soin. Le dernier travail de feu Chierici était sur ce sujet. Et tous sont d'avis que ces instruments sont authentiques. Personne, j'en suis certain, ne peut douter ni de leur compétence, ni de leur bonne foi. S'il y a tromperie, elle ne vient pas de l'un d'eux.

Je le répète : c'est une question bien difficile à résoudre. Je crois que le seul moyen d'arriver à une solution serait de nommer une commission qui irait sur les lieux faire une enquête approfondie en présence des deux partis.

Voici maintenant les observations que j'avais à vous présenter :

1. La province de Vérone a été occupée par l'homme préhistorique dans toute son étendue et à toutes les époques.

Sur la carte de la province que je vous fais passer sont indiquées 43 localités tout près des lacs de Garde, de Fimon et de Lonato. Toutes ces stations ont été trouvées, signalées et décrites par le Cav. de Stefani, inspecteur royal des fouilles de la province.

Sur la carte de Bréonio il y a 9 grottes et 7 stations en plein air appartenant à toutes les périodes préhistoriques ; depuis l'époque chelléenne jusqu'à l'âge du fer.

Voici des instruments chelléens — au nombre de quatre — provenant des grottes des bords du ruisseau de Molino.

Puis des pointes moustériennes et même solutréennes ; ces dernières peut-être un peu grossières. De même que les grottes-abris de Molino ont beaucoup de ressemblance avec celles de Laugerie-Haute, leur industrie ressemble également beaucoup à celle de Laugerie, comme vous pouvez en juger par mes récoltes.

Voilà pour le paléolithique.

En fait de néolithique, j'ai vu une jolie hache en pierre polie que je

n'ai pas pu acheter. Mais je puis vous montrer des haches ébauchées, des grattoirs, des pointes de flèches, des éclats, etc. J'ai aussi des fragments de poterie.

Pour le bronze et pour le fer, je me contenterai de vous faire passer les planches du dernier rapport de M. de Stefani.

Il est donc incontestable que l'homme préhistorique a occupé ce pays à toutes les époques.

2. Le silex de toute sorte : brun, noir, jaune et rouge, abonde dans le pays. Le brun est plus abondant, mais il n'éclate pas bien et ne donne pas de longues lames. Il y a de gros blocs ou rognons de 30 à 35 centimètres de longueur sur 15 ou 20 centimètres d'épaisseur. On peut les ramasser par centaines et les éclats par milliers.

3. Les instruments en silex de *forme curiose* sont trouvés principalement par un homme qui demeure dans le pays, qui est entrepreneur des fouilles et qui est désigné par les autorités.

Cet homme et ses employés sont les seuls fouilleurs du pays.

4. Personne ou presque personne autre que lui ou ses employés, ni paysan, ni berger, ni laboureur, ni fermier, n'a jamais trouvé de ces instruments.

Il explique cela en disant que personne autre que lui n'a cherché, n'a fait des fouilles.

5. Mais cet homme a cependant trouvé de ces instruments dans des stations en plein air où il n'y a pas eu de fouilles.

6. Des instruments de *forme curiose,* absolument du même type, sont trouvés disséminés dans toutes les stations et à toutes les époques préhistoriques ; de la première jusqu'à la dernière : paléolithique, néolithique, bronze et fer.

7. J'ai rencontré un paysan de Molino qui a fouillé des grottes des bords du petit ruisseau dont j'ai déjà parlé et qui y a recueilli plus de 50 kilogr. de silex taillés. J'ai examiné ces silex morceau par morceau ; j'ai ramassé et acheté ceux que je vous ai montrés de cette localité et je n'ai pas vu un seul instrument de *forma curiosa.*

Le paysan m'a dit qu'il n'avait rien trouvé de semblable.

8. Il existe à pas plus de 25 kilomètres à l'est de Sant'-Anna deux endroits où l'on fabrique des pierres à fusil et à briquet, dont voici des échantillons que je me suis procurés à Vérone.

9. Les *forme curiose* sont presque toutes en silex brun, qui ne prend presque pas de patine, ni de vernis. Il est à peu près impossible de distinguer les pièces anciennes des modernes. Vous pouvez vous en rendre compte d'après ces quelques échantillons de Lonato et quelques autres que j'ai trouvés.

10. Pendant trois jours de recherches, avec tous les guides et l'en-

trepreneur des fouilles, nous n'avons pas trouvé un seul instrument de *forma curiosa,* mais voici ce que j'ai récolté : pointes, grattoirs, haches ébauchées et éclats. Ces silex ont tous des formes naturelles et sont semblables à ce que l'on trouve dans les autres stations préhistoriques.

11. Il est pour ainsi dire impossible que les fouilleurs du pays aient lu les ouvrages qui renferment des descriptions de silex de *forme curiose* d'autres régions ou vu les figures qui représentent ces silex, à moins que des visiteurs ne leur aient montré récemment ces livres.

12. Tout le monde dans le pays — voisins, maire, curé, habitants — croit à l'authenticité de ces instruments et à la bonne foi de celui qui les a trouvés.

Voici les faits ! Tirez vous-mêmes vos conclusions. Les instruments en silex de *forme curiose* sont-ils authentiques, oui ou non ?

MM. BLEICHER et BARTHELEMY

A Nancy.

SUR L'AGE DU BRONZE ET DU FER EN LORRAINE

— Séance du 16 août 1886. —

Le fait de l'existence d'un âge du bronze dans nos contrées paraît incontestable ; mais l'état de nos connaissances et surtout le défaut d'observations exactes ne nous permettent pas d'affirmer qu'il y ait eu une époque où ce métal fut utilisé à l'exclusion du fer. Nous nous contenterons donc de ranger sous le titre d'âge du bronze, cette longue période pendant laquelle le bronze fut le métal le plus employé.

Étant donné que les époques admises par les préhistoriens ne sont pas synchroniques pour tous les pays, mais que l'industrie humaine a progressé dans chaque région à des dates différentes, suivant un ordre à peu près semblable, nous nous exposerions à être induits en erreur, en voulant faire rentrer les objets qui nous occupent dans un cadre tracé à l'avance.

Partant de ce principe, nous ne croyons pas pouvoir utiliser, dès aujourd'hui, les classifications adoptées en France, et nous rangerons nos trouvailles dans l'ordre suivant.

I. Objets trouvés isolément, les uns de provenance certaine, d'autres

de provenance incertaine, mais appartenant, selon toute probabilité, au pays.

II. Objets trouvés en groupe :

1° Cachettes de fondeurs ou de marchands ;

2° Station funéraire par inhumation ;

3° Station funéraire avec incinération ;

4° Stations avec mélange de différentes époques.

Nous connaissons un certain nombre d'objets de bronze trouvés isolément sur le sol ou à la surface des carrières. La provenance de quelques-uns est connue ; malheureusement un plus grand nombre porte seulement la mention : « trouvé dans le département ».

Ce sont surtout des haches, des pointes de flèche ou de lance, des couteaux et faucilles, des bracelets, épingles, fibules et quelques lames d'épées. On trouve ici toutes les formes de haches, depuis la hache ou coin en cuivre presque pur, la hache à ailerons ou à talons, jusqu'à la hache à douille qui paraît être la plus récente.

Des torques, bracelets, anneaux et fibules, de presque tous les modèles, se voient dans nos collections.

Les faucilles sont nombreuses ; il n'en est pas de même des armes : pointes de flèche ou de lance et des épées.

On ne connaît, en effet, que quatre lames d'épées, trouvées dans notre pays : la belle épée de Vaudrevange, coulée d'une seule pièce avec la poignée ; l'épée de Gugney-sous-Vaudémont, à soie plate, percée de trous de rivets (M. L.) ; l'épée trouvée dans la Moselle, à Montigny-lès-Metz (M. Saint-Germain) et une lame d'épée en forme de feuille, faisant partie de la collection de M. Quintard (M. L.).

Signalons encore, avant de terminer cette courte nomenclature, une figure de bouc en bronze, très grossière de forme, munie d'un anneau de suspension sur le dos, qui peut être rapportée à l'époque qui nous occupe. Cette pièce, dont la provenance est inconnue, appartient au cabinet de M. Beaupré.

Nous possédons heureusement des renseignements plus complets sur les objets trouvés en groupe.

Les découvertes les plus importantes de cette catégorie sont celles des cachettes de fondeurs ou de marchands.

Citons en commençant la belle trouvaille faite en 1851, à Vaudrevange, près de l'ancienne frontière du département de la Moselle, propriété du musée de Saint-Germain ; et celle du Hanselberg, près Vaudrevange, où l'on trouva trente haches de bronze rangées en cercle autour d'une autre hache plus grande.

Le Musée lorrain possède une partie de la trouvaille de Frouard, et en particulier un tintinnabulum un peu plus petit que celui de Vaudre-

vange, un certain nombre de haches à oreillettes et à douille, une gouge, un marteau, des tubes avec anneaux de sonnailles, des bracelets, une agrafe de ceinturon, en tout, quarante-deux pièces.

Cette belle collection fut vendue pendant la guerre de 1870 à un marchand d'antiquités de Nancy, par un ouvrier de la campagne. On ne put obtenir de celui-ci aucun renseignement, sinon qu'il venait des environs de Frouard. On raconta dans la suite que cet homme avait quitté le pays, pour aller vendre à Paris un certain nombre d'objets en or, faisant partie de la même trouvaille. Mais il est hors de doute que M. Cournault, ayant fait dans la journée même l'acquisition des objets pour le Musée lorrain, les trouva encore couverts de terre très fraîche. C'est la seule excuse que nous puissions apporter à notre désignation tant soit peu arbitraire.

Deux autres trouvailles ont été faites à quelques lieues de Nancy, à Rosières-aux-Salines, l'une au commencement du siècle dernier, l'autre en 1884.

En 1729, un débordement de la Meurthe mit à découvert, sur la rive gauche de la rivière, au bas du village, près d'un millier de pointes de flèches en bronze, quelques morceaux de métal et un coin de bronze.

Le tout fut porté à la cour de François III de Lorraine, où il fut dispersé.

En 1884, en creusant les fondations de la maison de M. Ancel, manufacturier, près de la rive droite de la Meurthe, en face de Rosières, les terrassiers rencontrèrent, à 2 mètres de profondeur, un sol ancien, reconnaissable à des plantes de marais (carex), restées en place. A ce niveau, un coup de pioche amena au jour quatorze bracelets de bronze, semblables de forme et d'ornementation ; ils étaient empilés les uns sur les autres, en sens inverse, de façon à former un cylindre, quelques-uns furent brisés par le choc; mais M. Ancel recueillit les plus beaux qu'il offrit au Musée lorrain.

Stations funéraires sans tumulus.

Une station funéraire de l'âge du bronze fut découverte à Marsal en 1838. C'est la première dont il soit fait mention. Beaulieu dit que, dans le courant de cette année, les ouvriers qui creusaient un nouveau lit à la Seille, rencontrèrent à $0^{m},50$ sous le sol, une vingtaine de squelettes dont les ossements étaient bien conservés. Ils avaient les pieds tournés vers l'Orient et les bras croisés sur la poitrine. Ils portaient au cou des torques en bronze, et des anneaux de même métal ceignaient leurs bras et leurs jambes. L'un des torques était orné de rosaces d'un émail, vert ou bleu, et de feuilles d'or.

Une découverte plus récente est celle de Villey-Saint-Étienne, village situé à quelques kilomètres au nord de Toul.

Au mois de janvier de cette année, des terrassiers trouvèrent, en décapant la surface d'une carrière, tout près du village, une station funéraire riche en objets de bronze. Les sépultures étaient placées au bord du talus escarpé qui domine de 40 à 50 mètres le lit actuel de la Moselle. Cette terrasse est recouverte d'une couche de $0^m,60$ à 1 mètre de diluvium rouge sableux, le plus superficiel et le plus récent des dépôts diluviens. C'est dans ces alluvions que reposaient les squelettes.

Suivant M. l'ingénieur Mallien, qui dirigeait les travaux, une sépulture a été trouvée intacte. Elle consistait en une fosse rectangulaire dont les parements étaient revêtus de menues pierrailles, grossièrement appareillées. Il n'y avait ni dalle pour la recouvrir, ni foyers, ni poterie au fond de la fosse. Un squelette, orné d'anneaux de bronze, était étendu à $0^m,80$ de la surface du sol.

D'autres sépultures ont sans doute été ouvertes, car on possède des ornements et des débris d'ossements, appartenant à deux individus ; mais les renseignements précis nous manquent à cet égard, les ouvriers n'ayant pas fait attention aux relations des objets découverts avec les débris humains, jusqu'au moment où l'attention de M. Mallien a été attirée sur ce sujet.

Dix-neuf torques et bracelets, deux fibules, une pièce de harnachement, en bronze, trouvés dans les sépultures de Villey-Saint-Étienne, ont été gracieusement offerts au Musée lorrain par MM. Solvay.

Les anneaux sont de deux sortes : creux ou pleins ; ces derniers sont les plus ornementés.

Les anneaux creux, cylindriques et sans ornements, sont formés d'une enveloppe de bronze de 2 millimètres environ d'épaisseur, entourant un noyau central de sable fin de moulage, fortement comprimé et imprégné d'oxyde de cuivre.

Signalons encore la présence d'une perle d'un vert-bleu foncé, avec bande d'émail gris en zigzag, qui se trouve engagée dans l'ouverture d'un de ces bracelets à *nucléus* de sable, car c'est la première apparition de cette substance dans nos stations.

Les anneaux pleins sont des torques et bracelets ouverts, très ornés, avec extrémités en forme de segments de sphères.

Les deux fibules sont à double ressort et très simples de forme.

Quant aux débris humains qui furent recueillis, ils appartiennent à à deux individus. De l'un d'eux, de celui qui a été trouvé dans l'unique sépulture intacte, nous possédons deux fragments du crâne : un frontal avec saillie sus orbitaire assez forte, glabelle prononcée, front un peu fuyant, une portion des deux pariétaux, un fragment de mâchoire infé-

rieure qui ne présente rien de particulier à signaler, pas plus que les os longs des membres ; enfin les os du bassin qui sont fort incomplets.

En résumé, la station funéraire de Villey-Saint-Étienne est caractérisée par des sépultures par inhumation, sans traces de fer, sans poteries, sans foyers, avec objets de bronze nombreux, mais sans aucune arme. Le verre émaillé y fait sa première apparition.

Le 22 avril dernier, la charrue mit à découvert, dans un terrain au sud du village de Domèvre-en-Haye, un squelette portant des anneaux de bronze aux bras, et aux jambes une fibule, un crochet de ceinturon et un collier composé de rondelles de bronze, supportant des perles de verre, une *rouelle* et une *statuette*. A côté du corps on trouva un tesson de poterie, un fragment de bois d'essence feuillue et une tête de clou ou d'épingle en fer.

Les ossements, en fort mauvais état, du reste, furent malheureusement dispersés. Mais si l'examen des caractères anthropologiques fut par là rendu impossible, nous pûmes, du moins, recueillir quelques renseignements sur les conditions d'inhumation ; le squelette était étendu horizontalement, la tête vers le sud, les bras le long du corps, et les ornements occupaient leurs places respectives.

Les anneaux de jambes, au nombre de quatre, sont à renflements espacés ; les bracelets, à renflements semi-elliptiques, creux, s'ouvrent en enlevant un segment à tenons, mode de fermeture qui indique un grand perfectionnement dans l'art du fondeur.

La pièce la plus intéressante de cette trouvaille est une petite statuette impudique, en bronze, haute de 48 millimètres qui reposait sur la poitrine. Par son attitude et ses proportions, elle semble représenter un jeune enfant, orné d'un fil de bronze enroulé autour du cou en guise de collier ; *à la place du nombril est un phallus volumineux*. C'est la représentation humaine en bronze la plus ancienne qui ait été découverte dans nos régions ; et, à notre connaissance, le Musée de Zurich, seul, possède deux figurines du même genre, trouvées dans un tumulus à Lunkofen.

Grâce à M. Cournault, qui a bien voulu nous communiquer les dessins en grandeur naturelle de ces dernières, nous pouvons les comparer à la nôtre.

Les figurines de Lunkofen n'ont que 40 millimètres de hauteur environ, mais elles dénotent un art plus avancé. Elles représentent un homme et une femme avec les organes génitaux nettement accusés. Chez toutes deux la face est modelée et les doigts indiqués, détails qui manquent absolument à notre statuette. De plus, elles sont munies d'un anneau de suspension sur la tête, dans le goût des amulettes romaines,

alors que le sujet de Domèvre était suspendu, si nous en croyons les traces laissées par l'oxyde de fer, par un fil de ce métal passant derrière le dos, puis sous les bras, pour se rejoindre au-dessus de la tête.

Doit-on chercher une communauté de date et d'origine à ces représentations humaines? faut-il les rapprocher des figurines trouvées au Caucase, par M. Germain Bapst?

Nous demanderons la solution de ce problème aux membres éminents de la section d'anthropologie.

D'ores et déjà, il semble incontestable que la sépulture de Domèvre est plus récente que celle de Villey-Saint-Étienne. L'art s'est élevé jusqu'à la représentation humaine; et le fini des pièces, la présence du verre et du fer, qui paraissent ici des produits d'industrie courante, permettent de reporter cette trouvaille à la fin de l'âge du bronze.

Un autre genre d'inhumation, les sépultures sous tumulus, paraît se rattacher à la même époque. Les tumuli, de toutes dimensions, sont nombreux sur nos plateaux; malheureusement leur mode de construction, en pierres sèches, est un mauvais élément de conservation. Cependant des fouilles pratiquées récemment dans quelques-uns d'entre eux ont donné des ossements plus ou moins bien conservés, de la poterie, des bracelets de bronze et des traces incontestables d'ornements en fer.

Nous avons parlé dans une communication de ces tumuli, et présenté les objets et les pièces anatomiques recueillis.

Une seule station funéraire avec incinération, bien observée, a été signalée en Lorraine; M. l'abbé Merciol, curé de Morville-lès-Vic, dont la belle collection de silex est en ce moment exposée au Musée lorrain, trouva, il y a quelque temps, sous une couche de 40 centimètres de terre, des traces de foyer et les débris d'un vase contenant des ossements brûlés et des anneaux de bronze très fragmentés. Ces anneaux sont fort minces et sans ornements.

Station avec mélange de différentes époques.

Sur ce même territoire de Morville-lès-Vic, M. l'abbé Merciol a souvent recueilli, dans le même gisement: des médailles et monnaies lorraines du moyen âge, des monnaies romaines, à fleur du sol; puis, sous la couche superficielle tant de fois retournée par la charrue : des poteries, fusaïoles et pendeloques de l'âge du bronze; et, enfin, des silex taillés et des haches polies.

A Pierre-la-Treiche, on a extrait des grottes et fissures une grande quantité d'ossements humains (un humérus perforé), des silex, de la poterie faite à la main, des coquilles d'*Unio* et de moules de rivière perforés, et aussi des anneaux de bronze et du verre.

Enfin une dernière découverte toute récente, faite à Martigny-lès-Gerbonvaux, près de Neufchâteau, présente un exemple frappant de ces mélanges. Douze torques et bracelets, un crochet de suspension de ceinture, caractéristique de l'époque gauloise, et un certain nombre de fibules ont été exhumés en même temps qu'une épingle et une figurine votive d'une très belle facture, évidemment romaine.

Bien d'autres stations ont été découvertes dans nos régions, mais sans qu'il en soit resté d'autres traces que des objets isolés, que nous retrouvons soit dans les musées, soit dans les collections particulières.

Il nous reste à dire quelques mots des matières autres que le bronze, mais qui l'accompagnent souvent.

L'or n'apparaît qu'une fois, d'une façon certaine, dans l'ornementation d'un des torques de Marsal ;

Le verre, sous forme de perles, a été trouvé un peu partout ;

Les anneaux de lignite ne sont pas rares ;

L'ambre, que l'on croyait ne pas avoir été connu à cette époque, fut trouvé dans les grottes de Pierre-la-Treiche ; il est très abondant dans les tumuli de Haguenau ;

Enfin le fer, après avoir servi avec le bronze à la confection d'ornements, est transformé en armes.

Dès ce moment, les épées si rares pendant notre âge du bronze, deviennent tout à coup plus nombreuses.

Pour ne point sortir du plan que nous nous sommes tracé en commençant, disons, pour terminer cette note purement descriptive, que si les types du bel âge du bronze se retrouvent dans notre pays, la fin de cette période est marquée par un bien plus grand nombre de gisements. Peu ou point de traces de crémation à cette époque.

Enfin s'il est permis de juger des caractères anthropologiques, d'après les documents recueillis, nos ancêtres de la fin de l'âge du bronze en Lorraine appartenaient à une race dolichocéphale, de taille moyenne et de mœurs peu guerrières.

M. L. GUIGNARD

Vice-président de la Société d'histoire naturelle de Loir-et-Cher.

LES SILEX ECLATÉS ET LA HUTTE DES VERNOUS, CHOUZY (LOIR-ET-CHER)

— *Séance du 18 août 1886.* —

Les Vernous ou Vernus présentent un tertre allongé au-dessous de Villesavoir, hameau situé sur une colline d'une cinquantaine de mètres de hauteur et dépendant du bourg de Chouzy (Loir-et-Cher).

Ce tertre est bien visible dans une plaine formée par l'ancien lit du fleuve de la Loire et domine de quelques pieds la vallée sur une longueur d'un demi-kilomètre et de 200 pas environ de large. Il est situé à 2 kilomètres du pays entre la rivière de la Cisse et la route d'intérêt commun de Chouzy à Onzain, nº 58. Les Chintres le bornent au nord, les Pastis au sud.

A plusieurs reprises, depuis de longues années, on y a découvert des substructions paraissant d'origine gallo-romaine ; de nombreux débris de vases de la même époque, des fours à chaux, des blocs de maçonnerie en tous genres.

Un cultivateur, le sieur Persil, il y a environ trente ans, y déterra avec le soc de sa charrue, un vase plein de monnaies dont un certain nombre fut égaré et dont l'autre partie passa entre les mains de feu M. de la Saussaye, le savant recteur de la Faculté de Lyon, tel est l'endroit où je relevais mes premiers silex taillés par la main de l'homme.

Suivant bon nombre d'historiens, parmi lesquels Dupleix (*Histoire de France*), de la Saussaye (*Histoire de Blois*), Touchard Lafosse (*id.*), de Pétigny (*Histoire du Vendômois*), Louis le Débonnaire y aurait soutenu en 834 un combat contre ses enfants révoltés.

Nous avons même été assez heureux pour retrouver, grâce à notre collaborateur et ami M. de la Vallière, d'après des chartes octroyées à l'abbaye de Kamptch en Souabe et à Thionville, la date de cette bataille qui eut lieu vers le 13 juillet de ladite année.

Ce fait intéressant de notre histoire nationale nous amena naturellement à chercher les peuples qui luttèrent entre eux. Dès les premiers jours, je ramassais un nombre considérable de débris de vase en terre blanchâtre engobée de plombagine, plus une trentaine de silex ouvrés dont un magnifique fragment de hache polie de la période néolithique. Vers la Toussaint dernière, un cultivateur, M. Bisson, voulant amender

ses terres, résolut d'en transporter une certaine quantité de la portion haute du tertre dans la partie basse vers le pastis des Marchais. Pendant le cours de ce travail, il mit au jour les vestiges d'une hutte paraissant remonter à une époque reculée de l'histoire.

De construction circulaire, de 4 mètres de diamètre, entourée en pierrailles cimentées avec un torchis de paille hachée et de terre, l'intérieur est garni de sable de Loire sur lequel on remarquait des traces nombreuses de charbons éteints comme si l'incendie avait détruit cette antique demeure. Auprès, on releva un squelette dont la dentition annonçait un sujet jeune ; à 4 mètres de la hutte sur le sol, on trouva un bloc de pierre en carré long, à peine dégrossi, placé non loin des débris d'un foyer. En avant de la construction vers le midi, à 5 ou 6 mètres, on aperçoit encore un rempart bien visible à l'œil. Il est composé de gros jars de Loire et orienté en est-ouest vers la colline.

Vers l'ouest, au nord du cadavre, on découvrit un puits d'apparence funéraire dans le genre de ceux du Bernard en Vendée, recouvert par un bloc de pierre et maçonné dans le tour en moellons superposés, reliés entre eux par du ciment. L'infiltration des eaux ne nous permit pas d'en sonder complètement l'intérieur. Le déblai de la partie explorée nous fournit des ossements d'animaux, des cols de vases en poterie blanchâtre à engobe bleutée, des tuiles à rebords et des morceaux de pots en terre rouge assez fine. Au sud du cadavre sur le sol, nous trouvâmes une fibule ressemblant exactement à celle décrite par notre savant ami, M. Chantre, dans son magnifique ouvrage sur le premier âge de fer, mais la découverte la plus intéressante fut sans contredit celle de nombreux éclats de silex ouvrés, tantôt à l'état de taille naturelle, tantôt craquelés par le feu ou par un agent atmosphérique quelconque. J'en ramassais plus de cent sur une étendue d'un hectare autour de l'habitation. Ces silex étaient assez communs derrière la hutte et à 60 mètres environ du rempart vers le sud, ce qui pourrait dénoter un combat entre les habitants et les envahisseurs.

Une certaine quantité de squelettes rangés par longues files superposées a été trouvée vers 1856 lors de la construction de la route d'Onzain à une centaine de mètres de notre hutte, tout nous fait supposer un gisement intéressant qu'il serait bon d'étudier pour la reconstitution de notre histoire locale dans le centre de la France, tant au point de vue des mœurs des habitants que de leurs habitudes et de leurs usages.

L'endroit est d'autant plus à considérer qu'il est placé sur les confins de la limite des possessions des comtes de Blois et de leur puissant voisin le seigneur de Chaumont dont les combats ensanglantèrent cette portion de la contrée depuis le VIIIe jusqu'au XIIIe siècle.

Chouzy a, s'il vous en souvient, déjà fourni l'an dernier, au lieu dit la Lande, de nombreux silex robenhausiens ; dans ce même lieu depuis cette époque, nous avons trouvé des torques en ardoise malheureusement brisés et une ammonite. Le sol de l'endroit est un alluvion reposant sur le terrain crétacé supérieur, on ne peut donc attribuer ce coquillage qu'à un transport par la main humaine. Dans une tombe à Saunières (Eure-et-Loir), une découverte identique a été faite et l'objet figure au musée de la ville de Chartres ; ne serait-il pas bon d'en prendre note, au cas où quelques-uns de nos collègues constateraient ces moules antédiluviens. Peut-être les peuples qui les transportaient y attachèrent-ils une idée de fétichisme, peut-être même s'en servirent-ils comme ornement ou souvenir de leur pays natal. L'ammonite trouvée à Chouzy, est fortement usée sur les parois de côté, ainsi que vous pouvez vous en convaincre par son inspection. Tels sont, Messieurs, les documents nouveaux fournis pour l'histoire des contrées du Centre dans le cours de l'année 1886 par le bourg de Chouzy.

M. le Dr FAUVELLE

A Paris.

DES DIFFÉRENCES INTELLECTUELLES DANS UN MÊME GROUPE ETHNIQUE

— Séance du 18 août 1886. —

Il ne s'agit pas ici de psychologie, mais de physiologie. Mon but est de démontrer comment, avec un organe cérébral sensiblement le même chez tous les individus normaux d'un même groupe ethnique, on peut trouver des différences intellectuelles souvent aussi tranchées.

La crânioscopie, qui a prétendu expliquer ces différences, était une illusion par laquelle certains esprits se sont laissé leurrer, il y a 60 ou 80 ans. Elle est rentrée dans le néant d'où elle n'aurait jamais dû sortir. La crâniologie, qui a surgi depuis, n'a pas eu la même prétention ; mais, à part certaines distinctions de races, au dire même des savants qui s'y sont consacrés, elle n'a pas tenu tout ce qu'elle promettait.

Laissons donc de côté l'enveloppe crânienne et cherchons la solution du problème que nous nous sommes posé, dans l'organe principal qu'elle renferme, c'est-à-dire dans le cerveau.

Le système nerveux est constitué par certains groupes de cellules ou éléments histologiques spéciaux, dans lesquels l'oxygène, amené par les

globules rouges du sang, développe par son action analytique, non pas de la chaleur, mais une autre forme de l'énergie universelle connue sous le nom d'influx nerveux. Parmi ces cellules, les unes communiquent avec les surfaces muqueuses et cutanées à l'aide de filets ou prolongements de leur propre substance et d'autres de la même manière avec les muscles, les glandes, etc. L'excitation de l'extrémité périphérique des premières détermine un courant d'influx qui, parti du point excité, aboutit aux organes actifs que nous venons de nommer, en passant par les groupes de cellules que d'autres prolongements unissent entre elles. La force nerveuse se transforme en mouvement dans les muscles, en affinité chimique dans les glandes, etc.

Trois appareils distincts, bien que réunis par des filets conducteurs, constituent le système nerveux, savoir : les ganglions splanchniques, la moelle épinière et les hémisphères cérébraux. Ils sont constitués par des groupes de cellules qui se partagent les fonctions dévolues à chacun des appareils. Ces groupes, isolés dans le premier, sont fusionnés dans la moelle et dans le cerveau où jusqu'ici la physiologie a pu seule en faire l'analyse.

Le passage des courants d'influx nerveux ne laisse aucune trace appréciable sur les éléments ganglionnaires et médullaires. Il n'en est pas de même dans la couche corticale des hémisphères cérébraux. Les cellules auxquelles parviennent d'abord les courants ont la propriété de les accumuler et d'être impressionnées par eux. L'animal perçoit l'excitation phériphérique et en a conscience ; cette perception varie suivant la nature de l'excitant : contact, odeur, sapidité, vibrations aériennes, chaleur et lumière ; de plus, l'impression persiste et le *souvenir* en est conservé.

De la simultanéité des excitations perçues et retenues résultent des idées plus ou moins complexes que les courants convergents fixent sur d'autres cellules réceptrices; puis enfin l'influx parvient aux cellules motrices qui peuvent l'arrêter ou le laisser passer en toutes proportions pour le transmettre aux muscles, suivant la nature des sensations et des idées perçues. Cette propriété des éléments moteurs du cerveau constitue la *volonté* et l'impressionnabilité des cellules réceptrices, la *mémoire*.

Mémoire et volonté sont donc les propriétés spéciales des cellules des hémisphères ; c'est de leurs actions combinées que naissent toutes les manifestations intellectuelles. Ainsi, sans oxygène pas d'influx nerveux, sans influx nerveux pas d'intelligence.

L'influx est toujours le même, quel que soit l'appareil dans lequel il se développe. En effet, comme les appareils et les groupes dont ils se composent, communiquent entre eux par de nombreux filets conduc-

teurs, il peut, à un moment donné, s'accumuler sur un appareil et même sur un groupe, et laisser inerte tout le reste du système. Pendant la digestion laborieuse d'aliments accumulés dans l'estomac, tout travail intellectuel sérieux, tout effort musculaire violent et prolongé deviennent impossibles. Il en est de même lorsque le centre génital de la moelle fonctionne. Alors, non seulement la perception de sensations tactiles délicates, la formation d'idées plus ou moins complexes sont arrêtées, mais la digestion des aliments se trouve quelquefois même entravée. Enfin une excitation violente du cerveau peut amener des résultats analogues. C'est ainsi que, sous l'influence d'une émotion vive, les centres médullaires qui produisent la contraction permanente des sphincters, privés de leur influx, cessent de fonctionner, et les matières n'étant plus maintenues s'échappent au dehors. Les différences que présentent les manifestations de la force nerveuse dépendent donc uniquement de la nature des appareils.

De la mobilité de l'influx nerveux et de son accumulation habituelle sur un point quelconque du système, résulte un premier genre de distinctions intellectuelles. Ainsi les grands mangeurs sont d'habitude peu intelligents; il en est de même des individus qui se livrent sans frein aux appétits sexuels. On peut ranger dans la même catégorie les marcheurs et coureurs de profession. La marche et la course dépensent en effet une quantité considérable de force fournie par les centres réflexes médullaires qui, au besoin, l'empruntent à l'appareil cérébral.

Nous trouvons une autre source de variations intellectuelles dans la constitution moléculaire du système nerveux, constitution dont il partage la nature avec les autres systèmes de l'économie. Je veux parler des tempéraments. Ce mot, tout vieux qu'il est, est assez mal défini. Néanmoins, en le prenant dans son acception la plus générale, il est compris par tout le monde.

Les personnes *lymphatiques* ont la fibre molle, la peau flasque, si elle n'est pas distendue par la graisse ; leur pigment est peu abondant. En même temps, toutes leurs fonctions s'exécutent avec lenteur ; les contractions musculaires manquent d'énergie ; les sensations vives abattent l'organisme plutôt qu'elles ne l'excitent. En un mot, l'influx nerveux est peu abondant et circule avec lenteur. C'est la lymphe qui paraît dominer dans ce premier tempérament.

Si le *sang*, au contraire, a la prépondérance, toutes les fonctions se font d'une manière régulière et celle du système nerveux en particulier : « *Sanguis moderator nervorum.* »

Il est des individus qui présentent des caractères absolument opposés à ceux des lymphatiques. Ils sont bien pigmentés ; leurs chairs sont fermes, la peau peu extensible, son panicule adipeux pauvre en cel-

lules graisseuses. On juge à leur aspect que les liquides sont peu abondants. Ils ont le *tempérament nerveux*. En effet, ils sont vifs et excitables; leurs mouvements sont rapides et leur intelligence prompte; la conductibilité des filets nerveux est parfaite.

Une autre espèce de constitution moléculaire de l'organisme nous montre la peau d'un jaune terreux. En même temps presque toutes les sensations sont pénibles et inspirent de l'irritation contre leur cause immédiate. Les personnes de ce tempérament sont pleines, dit-on, d'amertume et de fiel, sans qu'on sache bien si la *bile* en est la cause.

Ces tempéraments, dits constitutionnels, s'exagèrent ou s'atténuent suivant les circonstances de milieu, telles que les climats et les saisons.

Abordons maintenant les variations intellectuelles dues à l'organisation cérébrale elle-même et à son mode habituel de fonctionnement. Les unes sont congénitales et les autres sont acquises; les premières dépendent de l'individu et sont par conséquent *subjectives,* les autres sont produites par l'action du milieu dans lequel il a vécu; je les appellerai pour cette raison *objectives*.

Différences intellectuelles subjectives. — Comme nous l'avons vu plus haut, la couche corticale des hémisphères est composée de cellules nerveuses de trois natures distinctes : les sensitives qui reçoivent directement les impressions, celles sur lesquelles se fixent les idées qui en résultent, et enfin les volitives qui arrêtent ou modèrent les courants nerveux et les dirigent vers les muscles.

Les éléments idéophores n'ont pas été encore déterminés, mais tout porte à croire qu'ils forment une des couches de la substance grise corticale et sont répandus sur toute la surface des hémisphères. Les cellules sensitives ou directement réceptrices occupent d'une manière générale les circonvolutions postérieures ; elles sont groupées suivant les organes des sens avec lesquels elles sont en communication. Ces groupes se subdivisent eux-mêmes suivant la nature des sensations qu'ils perçoivent. Ainsi la première circonvolution temporale reçoit et fixe les sensations auditives du langage articulé, la partie moyenne de la pariétale inférieure, les sensations visuelles de l'écriture. Les cellules motrices volitives sont, au contraire, massées dans les régions antérieures où elles se subdivisent suivant les groupes des muscles qu'elles doivent faire mouvoir et aussi suivant la nature des mouvements à produire. Les éléments du pied de la deuxième circonvolution frontale président au mouvement de l'écriture et ceux de la partie postérieure de la troisième à ceux du langage articulé.

Les cellules communiquent entre elles par le réseau de leurs prolongements fibrillaires et les groupes entre eux par des paquets de fibres dites d'association.

On comprend qu'une organisation aussi compliquée présente des variations individuelles plus ou moins prononcées, non seulement dans l'ensemble de l'appareil, mais dans chacune de ses parties. Ces variations porteront sur les propriétés spéciales à chaque ordre de cellules, sur l'intégrité des communications qui existent entre elles et sur la conductibilité de ces communications. C'est précisément ce que l'observation permet de constater.

L'impressionnabilité des cellules sensitives et idéophores et la conductibilité parfaite de leurs communications peuvent coïncider avec un état défectueux des cellules motrices volitives. Alors les sensations les plus précises, les idées les mieux conçues sont mal exécutées, mal exprimées par le langage parlé ou écrit. On observe ailleurs des cellules volitives retenant avec fermeté les courants nerveux, ou les dirigeant avec précision et en quantité voulue vers les muscles à mouvoir, alors que le sujet qui les possède n'éprouve que des sensations indécises ayant pour conséquence des idées mal élaborées et le tout rapidement oublié. C'est ainsi que dans la vie nous rencontrons des théoriciens et des praticiens incapables d'intervertir les rôles que leur organisation leur a dévolus.

Mais ces qualités bonnes ou mauvaises peuvent n'atteindre que certains groupes de cellules sensitives ou volitives. Les uns ont la mémoire des mots, les autres celle des faits ou des lieux. Ceux-ci retiennent bien les idées sans se rappeler leur origine ; ceux-là oublient les idées se souvenant seulement des sensations qui les ont produites. D'autres, avec des organes des sens bien constitués, ne comprennent rien à la musique la mieux exécutée et ne se rendent qu'imparfaitement compte d'une peinture, d'un dessin ; le toucher peut être délicat ou obtus ; de même pour le goût et l'odorat.

On rencontre des gens qui exécutent des mouvements de force et ne peuvent produire ceux qui nécessitent une main légère. Un pianiste, excellent exécutant, écrit comme un chat ; tel calligraphe, s'il joue d'un instrument, a un doigté des plus défectueux.

Les individus superficiels manquent d'idées ; chez eux les sensations sont immédiatement suivies d'actes irréfléchis. Si leur troisième circonvolution frontale est bien organisée, ils sont bavards et loquaces. Un autre, avec un peu plus d'idées, sera disert ; mais un discours ne sera éloquent et profond que si l'orateur a des idées nombreuses et bien élaborées.

Au point de vue de la conductibilité des filets qui font communiquer entre eux les éléments nerveux et les groupes qu'ils forment, les différences les plus considérables se rencontrent souvent. Celui-ci apprécie bien les excitations qui frappent ses sens, en tire des idées bien nettes

et exécute avec précision les actes qu'elles déterminent, mais tout cela se fait avec une extrême lenteur, tandis que chez cet autre les mêmes opérations s'exécutent en dix fois moins de temps.

La conductibilité peut varier seulement suivant les régions cérébrales et suivant les groupes de cellules. Certaines intelligences bien douées ne traduisent facilement leurs pensées que par la parole ou la plume. C'est le fait des grands orateurs et des grands écrivains. Leur spécialité est la conséquence du passage facile de l'influx nerveux aux cellules volitives du langage articulé ou à celles de l'écriture. D'autres esprits qui ont le travail intellectuel aussi facile, parlent et écrivent avec difficulté, mais exécutent admirablement les projets qu'ils ont élaborés. Chez eux les courants prennent une autre direction que dans le cerveau des orateurs et des écrivains.

Je pourrais multiplier les exemples de ces variétés cérébrales, mais ce qui précède suffira, j'espère, pour bien faire comprendre le mécanisme des différences intellectuelles subjectives.

Différences intellectuelles objectives. — Ici l'organisation cérébrale n'est plus la cause efficiente. La question cesse d'être anatomique pour devenir purement physiologique. Ce sont les circonstances de milieu qui agissent pour différencier les individus. Cette action des milieux, pour être efficace, doit être prolongée, et elle sera d'autant plus énergique qu'elle aura débuté à un âge plus rapproché de la naissance.

Les idées qui meublent le cerveau étant acquises par les sensations perçues, c'est spécialement sur elles que portent les différences objectives. C'est le cas de dire que la place appartient au premier occupant. Les propagateurs des diverses religions qui se disputent les hommes l'ont bien compris; aussi cherchent-ils à s'emparer de l'éducation de l'enfance et de l'instruction de la jeunesse. C'est de la même pensée que sont nés l'isolement et la claustration des adultes.

Combien d'unions mal assorties sont le résultat de la différence d'éducation de l'homme et de la femme. L'une a été élevée dans un couvent et l'autre dans les établissements universitaires; ils arrivent donc en contact avec des idées absolument opposées et incompatibles.

Si, de deux enfants de même portée intellectuelle, l'un est élevé à la campagne et astreint à un travail manuel fatigant, tandis que l'autre vit à la ville et reçoit une instruction plus ou moins complète, les aptitudes intellectuelles du premier disparaîtront plus ou moins; celles de l'autre, au contraire, acquerront un développement remarquable.

De deux camarades de collège rivaux dans leurs classes l'un est dirigé vers les lettres, l'autre vers les sciences; au bout d'un certain nombre d'années, ces deux directions différentes en auront fait des individualités bien distinctes.

Deux jeunes savants, également bien doués et ayant le goût de leurs études favorites, entrent en même temps dans la vie active. L'un reste garçon ou bien peut s'isoler facilement des tracas du ménage, tandis que l'autre est entouré d'une famille nombreuse et bruyante qui lui procure continuellement les sensations les plus variées. Le premier produira un travail intellectuel considérable et acquerra une juste célébrité ; le second, au contraire, aura l'esprit paralysé et restera confondu dans la foule des médiocrités.

Une vie sédentaire et une vie active accompagnée de déplacements prolongés, amènent également des différences intellectuelles profondes.

La mise en action fréquente des organes des sens et par conséquent des cellules sensitives auxquelles ils correspondent, différencient également les individus. De même pour les cellules volitives : la gymnastique, la pratique des arts manuels, l'habileté de certains ouvriers, celle des instrumentistes exercés, excitent l'étonnement et l'admiration de ceux qui, faute d'une éducation appropriée, sont dans l'impossibilité d'obtenir les mêmes résultats.

Par tout ce qui précède, je crois avoir démontré que les différences intellectuelles qui se rencontrent dans un même groupe ethnique, dépendent, d'une part, de l'organisation de la couche corticale des hémisphères et de l'autre des circonstances de milieu, telles que l'instruction, l'éducation, etc.

Pour terminer, il me reste à indiquer l'origine et les conséquences possibles de ces variations.

Dans les races humaines inférieures qui, comme les Australiens et les Fuégiens, vivent par couples isolés, devant se suffire à eux-mêmes pour tous les besoins de la vie et cela dans un milieu toujours identique, on n'observe aucune différence intellectuelle notable ; mais, au fur et à mesure des progrès de l'évolution intellectuelle, les besoins augmentant, les familles se réunissent par groupes de plus en plus nombreux. La division du travail en est la conséquence et c'est alors qu'apparaissent les variations objectives de l'intelligence.

Les mêmes occupations et les mêmes variations objectives, maintenues pendant de nombreuses générations dans les mêmes familles, produisent par hérédité des modifications anatomiques dans l'organe cérébral et conséquemment des différences intellectuelles subjectives.

Si les rôles divers qui concourent au bien-être du corps social étaient perpétuellement héréditaires dans les mêmes familles, ces différences intellectuelles s'accentueraient de plus en plus, et l'espèce, unique d'abord, tendrait à se subdiviser. On observe ces tendances dans les monarchies et les oligarchies où les individus sont divisés par castes et où la puissance, comme la sujétion, se transmet de père en fils. Dans ces conditions le

progrès est impossible. Heureusement un tel ordre social ne peut se maintenir indéfiniment ; tôt ou tard les familles dans lesquelles résident le pouvoir dégénèrent et finissent par disparaître. Alors le mélange des castes se produit et la démocratie en est la conséquence forcée.

Dans cette forme sociale, la seule hygiénique pour un peuple, si je puis m'exprimer ainsi, le rôle des individus varie à chaque génération ; le fils de celui qui a obéi, arrive à commander ; les descendants des exécuteurs deviennent ordonnateurs, et réciproquement. Du dernier échelon chacun peut arriver au premier ; de nouvelles couches sociales s'élèvent continuellement ; les familles, par un mélange incessant, généralisent héréditairement les progrès intellectuels d'abord limités aux individus. Non seulement l'organisation cérébrale se maintient mais se perfectionne avec une rapidité incroyable, surtout si la majorité s'affranchit du joug des superstitions.

Depuis 1789 que la démocratie a envahi la plupart des sociétés qui se partagent la surface de la terre, nous assistons à un développement intellectuel jusqu'alors inconnu dans les fastes de l'humanité. C'est qu'une ère nouvelle s'est ouverte pour les cerveaux humains dont l'essor était entravé depuis tant de siècles. Il existe encore bien des différences intellectuelles subjectives, mais elles tendront de plus en plus à disparaître.

Au point de vue purement scientifique, les congrès internationaux et, pour ce qui nous concerne, l'Association française, en rapprochant les savants de tous les pays et ceux qui habitent les points extrêmes de notre territoire, concourent au progrès d'une manière bien plus efficace que ces sociétés fermées qui siègent dans les grands centres et ne se recrutent que par un personnel soigneusement trié. A elles l'immobilité et le sommeil, à nous le mouvement et la vie.

M. Auguste VOISIN

Médecin de la Salpêtrière.

OBSERVATIONS D'ALIÉNATION MENTALE AIGUË TRAITÉE PAR L'HYPNOTISME

— *Séance du 13 août 1886.* —

J'ai fait au Congrès de Blois et de Grenoble des communications dans lesquelles j'avais pour but de démontrer que le sommeil hypnotique peut être obtenu chez des aliénés et que ses effets, ainsi que les

suggestions qu'il permet d'employer ont une influence curative chez ces malades.

J'ai lu, entre autres, deux observations d'aliénées que j'avais hypnotisées pendant un état d'excitation maniaque.

Ma lecture d'aujourd'hui a pour but d'affirmer davantage mes conclusions par l'exposition de deux faits tout récents où le sommeil hypnotique a pu être obtenu dans mon service de la Salpêtrière, chez deux aliénées agitées.

Observation I. — La première, une nommée C..., âgée de 48 ans, que j'avais déjà hypnotisée dans un état de lypémanie tranquille et que j'avais guérie par ce moyen, était retombée malade le 5 juillet 1886, à la suite de la mort subite de sa mère, qu'elle n'avait pu assister à ses derniers moments.

Le trouble mental consistait depuis 10 jours en une agitation des plus grandes; elle parlait à tort et à travers de faits anciens et récents, du chirurgien Boyer, de son interne Becquet, d'une famille amie, de maîtresses d'étudiants, de choses lubriques et obscènes, elle montrait ses parties génitales ; le sommeil était nul.

L'attention était impossible à fixer.

J'ai pu l'hypnotiser deux fois à quelques jours d'intervalle.

A la première séance, je n'ai pu l'endormir qu'au bout d'une heure au moyen du regard et de la fixation de mon doigt tenu au-dessus de la racine du nez.

La deuxième séance a été plus difficile encore : il a fallu cinq aides pour la tenir ; les procédés par le regard et par le doigt n'ayant pas réussi, j'ai introduit un écarteur palpétral entre les paupières de chaque œil, et après avoir tenu pendant 10 minutes la lampe à magnésium devant elle, j'ai obtenu le sommeil. Le tout avait duré 1 heure un quart.

J'en ai profité pour lui suggérer d'être calme à son réveil et de rester calme, de ne plus prononcer de mots indécents, de ne plus relever sa robe, d'aller travailler à la couture dans la salle de travail et de demander à être placée dans un dortoir de malades tranquilles.

A son réveil, elle a eu encore un peu d'excitation, mais le lendemain, le calme était complet, la malade était réservée et d'une bonne tenue ; je la trouvai travaillant à l'atelier de couture dans la section des tranquilles.

Observation II. — La deuxième malade, nommée Tier..., âgée de 40 ans, est entrée dans mon service, le 24 juin 1886, dans un état de lypémanie avec stupeur profonde et mutisme à peu près absolu dont elle ne sortait à intervalles éloignés que pour parler de gendarmes armés de sabres qui venaient pour l'arrêter, d'un meurtre dont on l'accuse et de la police.

Elle restait le plus souvent debout ou assise, mais la nuit elle ne cessait de se mouvoir; et elle ne dormait pas un instant. Elle cherchait incessamment à s'étrangler ; son cou présentait une ligne ecchymotique circulaire qui avait été bien évidemment produite par un cordon ; aussi on lui avait mis la camisole.

Les pupilles étaient égales; les oreilles bien faites, symétriques.

Pas de trouble des sens.

Pas de déviation ni de tremblement de la langue ni des lèvres. Orthognathe. Rien de particulier au cœur.

Hyperesthésie légère de la région mammaire des mollets et dans la région iliaque droite et analgésie peu considérable dans le membre supérieur droit.

Elle laissait aller l'urine et les fèces.

Elle se refusait absolument à manger depuis plus de 15 jours.

Le 29 juin. Depuis son entrée, il y a 5 jours, Tier... s'est refusée à manger; l'haleine est excessivement fétide (odeur de macération anatomique); la face a une teinte bistre; les dents et les lèvres sont croûteuses; la langue est sale.

L'état mental est le même; l'idée de suicide persiste et les tentatives de s'étrangler sont incessantes. — Refus de manger.

A 10 heures du matin, je prie M. Ochorowicz de tenter d'hypnotiser la malade. Il appose sa main gauche sur le front et fait de la main droite quelques passes au devant des yeux. Le sommeil est obtenu en 10 minutes.

Je constate que le collapsus des 4 membres est complet, que la peau est absolument insensible aux piqûres d'épingles.

La camisole est enlevée, je lui enjoins de se lever, d'aller se coucher dans son chalet, d'y dormir jusqu'à 11 heures du matin et de boire le lait qu'on lui présentera; elle se lève et, guidée par nous, elle fait cent pas et va s'étendre sur son lit.

La suggestion de dormir jusqu'à 11 heures du matin a été exécutée et dans la journée elle a bu 4 tasses de lait.

30 *juin*. La nuit a été calme; la malade a dormi sans bouger.

A 10 heures et demie du matin, deuxième emploi de l'hypnotisme par moi-même suivi de succès. Je lui ai suggéré de dormir jusqu'au lendemain et de ne plus laisser aller l'urine et les fèces et de boire du lait.

A 2 heures elle a ouvert les yeux, a paru se réveiller; elle s'est assise sur le bord de son lit.

L'interne du service, M. Huet, est venu à 5 heures du soir; il lui a dit de boire du lait (ce qu'elle a fait), de se recoucher et de dormir.

Elle a dormi jusqu'au lendemain; le sommeil a été calme; elle était absolument analgésique.

Depuis ce jour elle a cessé de gâter.

Les suggestions lui ont enjoint entre autres « de se lever quand elle aurait besoin ».

Le traitement par l'hypnotisme a été fait chaque jour ou tous les 2 jours et les suggestions ont porté sur le sommeil, la disparition des idées de culpabilité, de poursuite et d'emprisonnement, sur l'alimentation, sur le travail de couture à l'atelier et sur la conviction qu'elle se porte bien.

Le sommeil, l'alimentation, le travail de couture ont donc été obtenus en 2 ou 3 séances.

20 *juillet*. — La malade me dit aller mieux; son habitus extérieur est, en effet, bien changé, mais les idées tristes n'ont pas encore disparu; elle nous a fait l'aveu qu'elle avait eu de grands chagrins, que tous les siens étaient morts, qu'on l'appelait empoisonneuse.

Les suggestions ont porté sur « ce que personne ne lui dit plus qu'elle est une empoisonneuse ».

27 *juillet*. — Elle n'a plus l'idée qu'elle est une empoisonneuse. Elle va tout à fait bien. Elle travaille à la couture pendant 5 heures par jour.

Le traitement est continué tous les deux à trois jours jusqu'au 2 août, époque où il cesse; ainsi elle a mangé à partir de la première séance, elle a parlé dès la troisième séance, elle a cessé de gâter dès la deuxième séance.

En résumé. Voici deux nouvelles observations qui me paraissent suffisamment démontrer que le sommeil hypnotique peut être obtenu

dans l'aliénation mentale aiguë soit pendant l'excitation maniaque, soit au cours de la folie lypémaniaque des plus intenses. Ces deux faits confirment les considérations que je vous avais déjà présentées à des congrès antérieurs, j'ai cru utile en vous en faisant part, de vous montrer le parti considérable que l'on peut retirer de l'hypnotisme dans la folie.

M. Auguste VOISIN

Médecin de la Salpêtrière.

ÉTUDE DE PHENOMÈNES REFLEXES POUVANT SERVIR AU DIAGNOSTIC DU SOMMEIL HYPNOTIQUE ET METTRE A L'ABRI DE LA SIMULATION

— *Séance du 13 août 1886.* —

J'ai récemment observé chez trois malades, pendant le sommeil hypnotique, les phénomènes suivants qui me paraissent intéressants.

L'une est atteinte d'ataxie locomotrice progressive; la seconde est une aliénée hystéro-hypocondriaque et la troisième une aliénée lypémaniaque non hystérique ayant des idées de suicide.

Voici en quelques mots en quoi consistent ces phénomènes :

La pression, le pincement et la percussion d'une partie des membres donnent lieu chez les deux premières aussitôt qu'elles sont hypnotisées à des secousses qui se transmettent au membre excité et à tout le corps, et qui sont suivies chez l'ataxique de contracture avec flexion forcée et demi-supination du membre frappé ou pincé ; ces secousses durent une à trois secondes chez ces deux malades. Chez la troisième non hystérique, le phénomène est produit à la face par la fixation de mon regard ou d'un corps brillant. La face entière est prise alors de secousses convulsives très fortes; la physionomie présente l'apparence d'un grand malaise et la peau de la face, ainsi que les conjonctives rougissent d'une façon très nette.

Ces secousses cessent avec l'action excitante, mais si cette excitation est maintenue, elles continuent.

Ces phénomènes sont-ils dus à de l'hyperexcitabilité musculaire ?

Je me suis assuré que non, quoique mes malades fussent en léthargie, comme c'est la règle dans l'hyperexcitabilité musculaire.

Ce dernier signe est en effet déterminé par la palpation ou la malaxation un peu forte du corps charnu d'un muscle ou par la percussion, le tiraillement de son tendon ou par une pression exercée sur un tronc nerveux moteur, et l'hyperexcitabilité se traduit par la contracture de ce muscle ou des muscles innervés par ce nerf.

En outre les secousses dont je parle ne sont pas susceptibles de transfert tandis que le transfert est la règle dans l'hyperexcitabilité musculaire.

De plus, l'hyperexcitabilité musculaire n'est pas mise en jeu par les excitations purement cutanées, tandis que ces secousses sont déterminées par un léger pincement de la peau et un simple choc d'un doigt.

L'idée que ces phénomènes sont dus à de l'hyperexcitabilité musculaire doit donc être écartée, mais leur caractère nettement réflexe doit leur faire attribuer un mode pathogénique analogue; je pense en effet qu'il est rationnel de comparer leur pathogénie à ce qui se passe chez les animaux à qui on a supprimé l'encéphale ou sectionné complètement la région cervicale de la moelle épinière et chez qui une excitation périphérique provoque des mouvements réflexes exagérés.

Il est de fait que ces trois malades présentent, étant hypnotisées, l'aspect et l'état intellectuel du léthargique.

On ne peut, en effet, que très difficilement converser avec elles, on n'obtient que des réponses par signes ou par monosyllabes. L'activité cérébrale est à peu près complètement suspendue et il est malaisé de l'influencer par suggestion auditive.

Il y a donc chez ces malades coïncidence de l'état léthargique et partant de la suppression à peu près complète de l'activité cérébrale avec l'exaltation de la force excito-motrice de la moelle épinière et du bulbe rachidien.

Il m'a paru d'autant plus utile de vous faire part de ces faits que la connaissance de caractères objectifs du sommeil hypnotique permettra de se mettre à l'abri de la simulation.

M. le Dr LADAME

Privat-Docent à l'Université de Genève.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA MYOPATHIE ATROPHIQUE PROGRESSIVE; TYPE FACIO-SCAPULO-HUMÉRAL DE LANDOUZY-DEJERINE; FORME « JUVÉNILE » DE ERB AVEC PARTICIPATION DE LA FACE.

— *Séance du 13 août 1886.* —

Depuis Duchenne (de Boulogne) qui décrivait, en 1849, à l'Académie des sciences, une nouvelle forme morbide, *l'atrophie musculaire progressive,* comme une maladie des muscles eux-mêmes, la pathogénie de cette affection a été diversement interprétée. Lorsqu'on découvrit la lésion des cellules motrices spinales on crut avoir trouvé la cause anatomo-pathologique de toutes les formes de l'atrophie musculaire progressive et on enseigna pendant plusieurs années que cette maladie était toujours une *myélopathie.* Aujourd'hui on reconnaît, depuis les travaux de Erb et de Landouzy-Déjerine, deux maladies absolument distinctes dans l'atrophie musculaire progressive, dont l'une, *myélopathique* (type Aran-Duchenne de Charcot) a son siège dans les grandes cellules de la substance grise antérieure de la moelle épinière et dont l'autre, *myopathique,* n'affecte que la fibre musculaire, laissant complètement indemne la cellule spinale et la fibre nerveuse, son prolongement. C'est ce qui a été définitivement mis en lumière par un remarquable mémoire de Landouzy et Déjerine qui ont fait une étude monographique de cette forme de myopathie et ont démontré qu'elle s'accompagnait presque toujours d'une atrophie des muscles de la face ou d'une rétraction de certains muscles, du biceps brachial par exemple. Ces auteurs confirmèrent les observations que Erb avait déjà faites concernant l'absence de contractions fibrillaires dans l'atrophie « myopathique » ainsi que l'absence de réaction de dégénérescence (R D) à l'examen électrique. Landouzy et Déjerine ont apporté les résultats d'une autopsie très minutieuse qui démontre l'intégrité des centres nerveux et des rameaux nerveux intramusculaires dans un cas d'atrophie musculaire à forme infantile de Duchenne, c'est-à-dire avec atrophie des muscles de la face. Or, les cellules des noyaux du facial étaient absolument intactes, ce qui réfute l'opinion des médecins (Friedreich, Liebermeister) qui nient l'origine myélopathique de l'atrophie musculaire progressive, disant que les cellules motrices sont atteintes *secondairement* à la fibre musculaire, à la suite d'une atrophie primitive des

muscles. Dans le cas de L.-D. cette atrophie avait existé pendant vingt ans sans provoquer aucune lésion des fibres nerveuses. Mais ces auteurs vont sans doute trop loin en voulant faire de leur myopathie une affection tout à fait à part, sans aucun rapport avec la paralysie pseudo-hypertrophique, la forme juvénile de Erb et l'atrophie héréditaire de Leyden. Erb a prouvé les connexions étroites de ces diverses formes et M. Charcot a apporté à cette opinion l'appui de sa grande expérience et de son autorité.

L'observation suivante offre un nouvel exemple de cette étrange maladie et vient s'ajouter aux cas publiés récemment par Landouzy, Déjerine, Remak, Mossdorf, Marie et Guinon, Krecke, etc. Elle me paraît de nature à appuyer les considérations qui précèdent. Si nous n'allons pas jusqu'à faire du type facio-scapulo-huméral de Landouzy et Déjerine une maladie tout à fait spéciale, nous n'en reconnaissons pas moins qu'il offre une importance de premier ordre parmi les myopathies. C'est là peut-être le type classique de la *dystrophie musculaire progressive,* en regard duquel la forme juvénile de Erb, la paralysie pseudo-hypertrophique et l'atrophie héréditaire de Leyden et Möbius n'occuperont à l'avenir qu'une place secondaire.

Observation personnelle. — J. K., 20 ans. Grand-père paternel mort à 42 ans d'une atrophie musculaire. Pas d'autres antécédents héréditaires. Une scarlatine à 11 ans. Une fièvre typhoïde légère à 12 ans. L'année suivante on commence à s'apercevoir d'une déformation de l'épaule. A 14 ans l'atrophie musculaire occupait, outre l'épaule droite et le bras, les muscles de la cuisse du même côté et commençait à s'étendre à gauche. La *participation de la face* n'a pas été reconnue, ni par le malade, ni par sa famille, ni par les divers médecins qui l'ont examiné (ce qui s'explique en voyant la photographie). L'atrophie des muscles de la face ne fut découverte qu'après une recherche spéciale et aurait facilement passé inaperçue. Intégrité complète des muscles de la langue, du pharynx et du larynx. Intégrité des masticateurs, des muscles moteurs de l'œil, du diaphragme et des intercostaux. Pas de paralysie appréciable dans les muscles atrophiés, les mouvements ne sont gênés qu'au prorata du degré d'atrophie des fibres musculaires. Jamais de contractions fibrillaires. Pas de contraction idio-musculaire par la percussion directe des muscles, contractilité faradique et galvanique normale dans les troncs nerveux et dans les muscles intacts, simplement affaiblie dans ceux qui sont malades. Cette diminution de l'excitabilité électrique des muscles est proportionnelle à leur atrophie. Pas de RD. Abolition des réflexes tendineux. Conservation des réflexes cutanés. Intégrité des sphincters. Jamais de trouble de la sensibilité ni des sens spéciaux, jamais de douleur dans les muscles. Marche très lente de la maladie. Pas de progression appréciable après une année. Amélioration de l'état général et de plusieurs mouvements par un traitement régulier (massage et électricité). Le traitement électro-thérapique qui s'est montré le plus efficace est la *galvano-faradisation* individuelle des muscles atrophiés d'après une méthode précise et avec des courants modérés. La nature purement musculaire de l'affection étant définitivement établie, il n'y aura plus désormais les hésitations fâcheuses qui paralysaient jusqu'ici l'action curative des prescriptions de la médecine. Il faudra s'adresser avec persévérance aux modificateurs

musculaires et parmi ceux-ci, la combinaison des courants d'induction et des courants continus, suivant la méthode que nous proposons, d'après le procédé de la galvano-faradisation de Watteville (de Londres), nous paraît être un des agents thérapeutiques les mieux appropriés pour combattre avec quelque avantage l'envahissement progressif de l'atrophie dans les muscles.

M. le Dr Paul LANDOWSKI

A Paris.

TRAITEMENT LOCAL DE LA DYSMÉNORRHÉE MEMBRANEUSE

— *Séance du 13 août 1886.* —

Il est généralement admis que la dysménorrhée membraneuse n'atteint que les femmes sous l'influence d'une diathèse ou bien d'un état général débilité et cachectique. Cette manière de voir est justifiée par la grande majorité des cas ; il arrive cependant que la dysménorrhée exfoliative se manifeste chez des femmes ou chez des jeunes filles en plein état de santé. L'affection reste alors localisée pendant un temps plus ou moins long et c'est seulement peu à peu qu'elle commence à influencer tout l'organisme qui devient débilité et appauvri. — Si, en général, les malades qui viennent nous consulter pour l'affection dont il s'agit sont affaiblies et chétives, il faut en rechercher la cause en ce qu'elles ne viennent consulter le médecin qu'après que la maladie a eu le temps de retentir sur la constitution. L'auteur cite des observations à l'appui de cette manière de voir. — Quand l'affection n'est que le résultat d'une diathèse ou d'un état cachectique, il est évident que le traitement doit s'adresser à cette diathèse ou à cet état général tout en y associant un traitement local. — Ce traitement local est d'autant plus important que la maladie est primitive et encore localisée.

Depuis quelque temps l'auteur se trouve très bien de l'application de l'électrocautère sur la surface endométrique. Il cite deux observations ; dans la première la guérison fut rapide et complète, dans la seconde on a obtenu une cessation des douleurs pendant les époques, mais la malade continue de rendre à l'époque menstruelle un morceau de membrane de la grosseur d'une pièce de deux sous à peu près.

On pourrait se demander si le processus exfoliatif ne s'est pas localisé dans un endroit qui n'a pas été suffisamment touché.

Voici maintenant le modus faciendi de l'auteur :

Il est capital de ne procéder à l'application de l'électrocautère que quand les orifices utérins sont plus que suffisamment dilatés. Si ces orifices sont assez grands et facilement dilatables, une application de l'éponge préparée suffit. Si, au contraire, les orifices sont rigides et difficilement dilatables, il faut faire deux applications de l'éponge ; la première la veille et la deuxième le lendemain matin. Ayant laissé cette seconde éponge quatre à cinq heures en place, on l'ôte et c'est alors quand la cavité est béante qu'on promène rapidement l'électrocautère en le chauffant instantanément après l'introduction dans la cavité utérine. — La malade garde ensuite le lit pendant une huitaine.— Il faut faire l'application 5 à 6 jours après les époques.

On hésite souvent à avoir recours à un topique aussi énergique, mais il est incontestable que quand la petite opération est faite avec toutes les précautions et avec la légèreté de touche voulues, il n'y a aucun danger à redouter.

M. J. ROCHARD

Membre de l'Académie de médecine, à Paris.

TRAITEMENT DES FIÈVRES INTERMITTENTES REBELLES

— *Séance du 14 août 1886.* —

Les fièvres intermittentes rebelles et la cachexie paludéenne ne sont pas des maladies de nos climats, mais depuis les expéditions du Tonkin, de l'Annam et de Madagascar, surtout depuis que les travaux pour le percement de l'isthme de Panama ont commencé, on est souvent appelé à les observer, en France et surtout à Paris, sur des malades revenant de ces contrées. Les médecins qui n'ont pas exercé dans les régions intertropicales ne sont pas familiarisés avec le traitement de ces affections. Ils s'obstinent à administrer le sulfate de quinine, en augmentant progressivement les doses, et quand les malades viennent nous consulter, ils en sont saturés. Ils sont en proie à cette ivresse quinique, si bien connue de tous ceux qui ont abusé de ce médicament pour leur propre compte et qui est caractérisée par de la céphalalgie, du tintement d'oreille, de la surdité et une chaleur sèche à la peau. Les malades ne savent plus discerner s'ils ont ou non de la fièvre et se plaignent de ne plus pouvoir supporter le sulfate de quinine.

Ce médicament, qui réussit d'une manière si merveilleuse au début de la fièvre paludéenne, à l'aide duquel on triomphe des manifestations les plus redoutables de cette intoxication, qui est héroïque en un mot dans la fièvre pernicieuse, perd presque toute sa puissance dans la cachexie.

Ce fait a été signalé par tous les médecins qui ont l'habitude des maladies coloniales. Dutroulau l'a exprimé, il y a 15 ans, d'une manière formelle dans son *Traité des maladies des pays chauds ;* en 1870, M. Léon Colin, dans son *Traité des fièvres intermittentes* reproduit la même assertion dans des termes tout aussi clairs : « Quand la maladie « est arrivée au second degré de l'intoxication chronique, dit-il, quand « il y a cachexie, et que les organes les plus importants de l'abdomen « ont subi une véritable transformation de tissu, le sulfate de quinine « n'est plus indiqué contre l'état général lui-même, mais seulement « contre les accès qui peuvent encore survenir. »

Il n'est pas nécessaire que les choses soient poussées si loin que cela et qu'on se trouve en présence de l'engorgement des viscères abdominaux ; il suffit, pour changer la médication, que le malade soit anémié, qu'il ait le teint particulier au paludisme, qu'il n'ait plus d'accès réguliers et que le sulfate de quinine ne lui réussisse plus. Ce sont les cas en présence desquels on se trouve le plus souvent dans la pratique et qui exigent un changement complet dans le traitement. Celui que j'ai depuis longtemps adopté et qui me réussit, est basé sur l'emploi simultané du quinquina, de l'arsenic, de l'hydrothérapie et d'un régime approprié.

Je commence par suspendre complètement l'administration du sulfate de quinine et j'attends, pour y revenir, qu'il survienne un accès bien caractérisé. Je prescris, en attendant, la poudre de quinquina Calisaya en l'élevant à la dose de 10 à 15 grammes par jour. Le malade la prend en deux fois, le matin et le soir, en l'enveloppant dans du pain azyme et boit immédiatement après un verre à madère d'un vin naturel riche en alcool, comme le marsala, le xérès ou le ténériffe.

A chaque repas, il prend, en se mettant à table, une cuillerée à café (c'est-à-dire environ 5 grammes) de la solution suivante :

Arséniate de soude	0g,02 centigrammes.
Eau distillée.	100 grammes.

Cette dose de deux milligrammes par jour est assurément très faible, ainsi que celle du quinquina, mais il s'agit de gens affaiblis, fatigués par des traitements énergiques ; il faut laisser le temps au régime, au séjour de la France de produire leur effet et puis surtout il faut continuer très longtemps, pendant plusieurs mois, quelquefois pendant un

an, l'emploi de ces mêmes moyens quand on veut être en garde contre la récidive et leur action doit être faible pour pouvoir être prolongée.

Le sulfate de quinine, ai-je dit, doit être réservé pour les accès. Il arrive souvent, en effet, qu'un malade en très bonne voie, qui sent ses forces renaître et voit le coloris reparaître par moment sur ses joues, soit pris tout à coup d'un accès de fièvre qui n'est jamais aussi franc que ceux du début, mais sur la nature duquel son expérience ne lui permet pas de se méprendre. C'est parfois à la suite d'un voyage, d'un exercice fatigant, et plus souvent encore à la suite d'un refroidissement que cela se produit. Dans ce cas, je conseille de prendre, immédiatement après l'accès, un gramme de sulfate de quinine dissous à la faveur de cinquante centigrammes d'acide tartrique dans soixante grammes d'eau. C'est un excellent moyen d'administrer le sel de quinine. La solution est limpide, elle a l'amertume franche du sulfate de quinine à laquelle les fébricitants s'habituent très vite et, pour ma part, je ne le prends jamais autrement. Si l'accès ne reparaît pas, et c'est la règle, je fais prendre, pendant les trois jours suivants, le sulfate de quinine à la même heure, à doses décroissantes et de la même façon, c'est-à-dire en solution, à la faveur d'une quantité d'acide tartrique moitié moindre (80 centigrammes le second jour, 70 le troisième et 60 le quatrième).

Il arrive parfois que la fièvre revienne à époque fixe toutes les semaines, tous les 15 jours, tous les mois même, sous forme d'accès plus ou moins tranchés. Dans ces cas-là, lorsqu'on est fixé sur l'époque du retour, on donne le sulfate de quinine huit à dix heures avant le moment de l'accès prévu et à la dose d'un gramme en une fois.

L'emploi de l'hydrothérapie n'est pas toujours indiqué et il demande des précautions. C'est Currie qui a le premier préconisé l'emploi de l'eau froide, dans le traitement de la fièvre intermittente ; mais c'est Fleury qui a appliqué le premier les procédés réguliers de l'hydrothérapie scientifique aux fièvres rebelles et qui en a le mieux posé les indications.

Il faut s'en abstenir chez les sujets dont l'appareil respiratoire n'est pas en bon état. Il arrive souvent que des malades revenant en Europe, pour se rétablir d'une cachexie paludéenne, prise dans les colonies, contractent une bronchite en arrivant sous les latitudes froides et qu'ils aient toute la peine du monde à s'en débarrasser. Il serait dangereux d'employer l'eau froide chez des sujets à réaction aussi faible ; il faut attendre que la bronchite soit bien passée.

Chez les sujets très débilités, très impressionnables, il faut proportionner la température de l'eau à la résistance de l'organisme, la graduer suivant l'effet obtenu et n'arriver à l'eau très froide que quand le

malade est suffisamment fort pour la supporter et réagir d'une façon convenable. La forme sous laquelle il faut l'administrer est la douche promenée sur tout le corps, pendant quelques instants seulement. Ce sont là, du reste, des détails connus de tous les médecins qui dirigent des établissements d'hydrothérapie et c'est par là qu'il faut toujours commencer. Ce n'est que dans la convalescence que le malade, son éducation une fois faite, peut s'administrer à lui-même les douches ou les affusions froides.

L'hydrothérapie est le traitement par excellence des engorgements de la rate et du foie d'origine paludéenne. Les douches très froides, courtes, énergiques, sur les régions splénique ou hépatique donnent d'excellents résultats ; mais elles demandent les mêmes précautions que le traitement hydrothérapique dans son ensemble. Il faut qu'elles soient graduées sous le rapport de la température, de la force et de la durée, et conduites avec ménagement par une main exercée, c'est dire qu'il faut que ce traitement soit appliqué par un médecin.

Le régime exige, chez ces malades, une attention spéciale. On a l'habitude de leur prescrire les viandes grillées ou rôties et les vins généreux, afin de relever leurs forces. Rien n'est plus rationnel ; mais lorsque ces malades arrivent en France, après une traversée longue et pénible, ils sont fatigués au dernier des points par cette alimentation monotone et ne veulent plus en entendre parler. Il faut varier leur régime et, si le tube digestif est en bon état, si on n'a pas à compter, comme cela arrive trop souvent, avec quelque vieille entérite, on doit laisser au goût du malade le soin de choisir ses aliments, en le renfermant, bien entendu, dans un cercle que tout le monde est à même de tracer.

Il n'y a aucun inconvénient à leur permettre les légumes de la saison, les fruits bien mûrs et les mets dont ils ont l'habitude. L'essentiel est que l'appétit se relève et rende la réparation possible.

Quand le tube digestif est en mauvais état, il faut bien changer de note et alors la diète lactée a les plus grands avantages ; mais ceci rentre dans le traitement des affections gastro-intestinales dont je n'ai pas à parler.

Il est inutile d'ajouter que le séjour à la campagne, au bord de la mer ou dans les montagnes est préférable à celui des villes ; que la promenade et le repos au grand air, que les distractions qui ne fatiguent ni le corps ni l'esprit, sont des adjuvants de premier ordre auxquels il faut recourir, lorsque la position sociale du malade le permet.

Le traitement que je viens de tracer n'a rien de nouveau, je le sais. Les moyens dont il se compose sont connus de tout le monde, mais, en

thérapeutique, il ne s'agit pas toujours d'innover ; il est souvent préférable de savoir tirer un parti judicieux des ressources dont on dispose déjà et j'ai pensé qu'il y aurait quelque intérêt à faire connaître aux médecins qui ne sont pas familiarisés avec les formes chroniques des maladies intertropicales et notamment avec les fièvres intermittentes rebelles, la façon de les traiter à laquelle j'ai été conduit par l'expérience, de ces affections qui, comme je le disais en débutant, commencent à se rencontrer assez fréquemment dans la pratique.

M. DUBOUSQUET-LABORDERIE

A Saint-Ouen.

DES AMYGDALITES INFECTIEUSES

— *Séance du 14 août 1886.* —

Le Dr Dubousquet-Laborderie vient apporter une contribution nouvelle à l'étude d'une maladie réputée classiquement comme simple et locale et prouver par des faits cliniques qu'elle n'est souvent qu'une manifestation localisée d'une infection générale dont il a pu suivre pas à pas l'évolution et la symptomatologie. Ce nouveau chapitre de pathologie déjà signalé par Kannenberg de Berlin, M. le professeur Ch. Bouchard et le Dr Landouzy de Paris, reste encore une nouveauté clinique qui n'a pas reçu la consécration générale. Il espère pouvoir établir sur de nouveaux faits observés dans un centre ouvrier les caractéristiques qui doivent faire ranger cette affection dans un chapitre nouveau de pathologie.

Contrairement à l'amygdalite simple ou inflammatoire qui naît le plus souvent d'un choc *à frigore,* l'amygdalite infectieuse semble ne se développer que dans un milieu préparé, fécondé d'avance et dans lequel toutes les sources de déchéance physique (misère, excès, surmenage, alcoolisme, etc.) trouvent une large place. Aussi, bien que le microbe spécifique reste encore à trouver, l'origine infectieuse de cette affection ne paraît pas douteuse et sa nature contagieuse, déjà pressentie, ne tardera probablement pas à être prouvée cliniquement.

La caractéristique de l'évolution clinique est la suivante : un sujet en général, déchu physiquement par une cause débilitante n'importe laquelle, porteur *presque toujours* d'amygdales hypertrophiées, est pris brusquement, sans cause appréciable et au milieu d'une santé en appa-

rence bonne, de frissons, de fièvre vive avec brisement et courbature considérables et *quelquefois un lumbago insupportable,* d'anorexie, céphalée avec excessive sensibilité du pharynx avec rougeur et gonflement des amygdales et de la muqueuse buccale et pharyngienne *sans aucune production herpétique ou diphthéritique.* Les ganglions sous-maxillaires sont engorgés, douloureux, *l'urine contient de l'albumine et le microscope y décèle des débris épithéliaux et des bactéries.* Cette affection à début tapageur, qui peut simuler l'envahissement d'une affection aiguë ou d'une fièvre éruptive, reste limitée et cantonnée dans un cycle en apparence étroit, mais en réalité n'est qu'une infection de tout l'organisme et a cela de particulier que, tandis que dans les angines simples, le sujet est guéri en même temps que la gorge, ici au contraire l'état général ne se relève que d'une façon posthume après la cessation des accidents locaux et après la disparition de l'albumine.

L'idée principale qui doit présider au traitement dérive de cette notion nouvelle de pathogénie. Le traitement local curatif usité jusqu'à présent devient désormais impuissant et c'est une médication générale antimicrobienne et antiseptique qui s'impose. C'est à la quinine et la résorcine que le Dr Dubousquet a donné la préférence et dont il a retiré le plus d'avantages. Un vomitif au début ou un purgatif sera d'un précieux secours et on combattra les symptômes aigus et prépondérants, tels que l'albuminurie, par le régime lacté et les toniques. Mais s'il est du devoir du médecin de combattre une affection confirmée et grave, sa puissance s'affirme encore bien plus par un traitement préventif qui éloignera les causes prédisposantes (circumfusa, ingesta suspects) et supprimera la porte d'entrée de l'infection. C'est dans ce but qu'on combattra l'hypertrophie amygdalienne par l'ignipuncture, qui donne d'excellents résultats.

M. ROHMER

Professeur agrégé, chargé de la clinique complémentaire d'ophthalmologie
à la Faculté de médecine de Nancy.

DE LA MATURATION ARTIFICIELLE DES CATARACTES SÉNILES

— Séance du 14 août 1886. —

La maturité complète des cataractes séniles se traduit habituellement par une série de symptômes capables de révéler l'état anatomique exact de la lentille, état dont la connaissance est de la dernière importance

pour l'opérateur s'il veut être certain de faire sur-le-champ une extraction totale. Outre l'opacification complète du noyau bien constatée, il faut aussi que la non-transparence des couches corticales se traduise pendant l'éclairage oblique par une diminution au minimum de l'ombre portée sur ces couches par le bord pupillaire. En ce cas, il est certain qu'autour du noyau sclérosé sont venues se condenser toutes les couches cristalliniennes périphériques qui, opacifiées à leur tour, se sont détachées à peu près complètement de la capsule cristalloïdienne. C'est à ce moment que l'on peut dire véritablement que la maturité de la cataracte est complète [1] ; l'extraction peut en être tentée sans crainte des inconvénients si fréquents après l'opération de la cataracte incomplètement mûre, et dont le premier et le plus sérieux est la cataracte secondaire. L'on sait, en effet, que si l'on enlève le noyau cristallinien avant que la maturité des couches périphériques soit complète, ces dernières resteront en place ; à cause de leur transparence, on ne les verra pas pendant l'opération, et le chirurgien ayant sous les yeux un champ pupillaire complètement noir, croira en avoir fait une toilette parfaite.

Mais déjà au bout de 24 ou 48 heures, l'aspect aura changé, et les masses grises formées par les couches cristalliniennes restées en place, opacifiées au contact de l'humeur aqueuse, obstrueront totalement la pupille ; il faudra une seconde intervention, celle-ci bien plus difficile, pour rendre la vision à l'opéré. C'est précisément pour éviter cet accident post-opératoire qu'on a proposé d'opacifier artificiellement les couches périphériques du cristallin, afin de les rendre visibles au moment de l'extraction, et aussi de faciliter leur détachement d'avec la cristalloïde, partant leur sortie plus facile de la chambre antérieure. On produit ainsi artificiellement et en quelques heures, ce que le malade aurait mis des mois, voire même des années à attendre de la seule nature. J'ajouterai que les cataractes secondaires se produisent, au contact de l'humeur aqueuse, par un mécanisme absolument analogue à celui qui préside à la formation des cataractes traumatiques, mécanisme sur lequel je n'ai pas à m'appesantir.

Or, ce qu'un accident fortuit peut produire, on a songé à le provoquer avant l'extraction de la lentille par une intervention délibérée, et les résultats pratiques obtenus sont venus justifier les prévisions de la théorie. Le problème à résoudre était donc le suivant :

Étant donnée une cataracte sénile au début, cataracte à marche lente, durant souvent plusieurs années avant d'arriver à maturité complète, comment peut-on hâter sa maturité afin de remédier le plutôt possible au manque de fonctionnement de l'un ou des deux yeux, et

1. A. Simi, *Rec. d'ophth.*, mars 1885, p. 180.

surtout éviter, après l'extraction, la cataracte secondaire et les accidents glaucomateux ou inflammatoires qui peuvent résulter de la persistance et du gonflement des masses corticales laissées en place?

Pour ma part, voici comment je procède d'habitude pour faire la maturation artificielle dans les cas où je la crois indiquée. Après deux ou trois instillations de cocaïne, je fixe les paupières avec un écarteur, puis je fais un simple lavage avec la solution de sublimé à $\frac{0,20}{1000}$. Je fixe l'œil avec la pince de Waldauer, et au point opposé à la pince, je pénètre dans la chambre antérieure avec l'aiguille à discission que j'enfonce vers la périphérie de la cornée. La pupille étant suffisamment dilatée par la cocaïne, je ne risque pas de blesser l'iris et j'arrive aisément sur la face antérieure du cristallin. Je fais alors trois ou quatre larges déchirures à la cristalloïde antérieure, et c'est cette discission que je considère comme le temps le plus difficile et le plus dangereux de l'opération, à cause de la luxation possible du cristallin; ici, comme pour le massage, il faut apprécier avec la main la force suffisante pour faire la discission, et éviter de déplacer la lentille cristallinienne dans l'humeur vitrée. L'aiguille est ensuite retirée, et avec elle on laisse écouler l'humeur aqueuse de la chambre antérieure. C'est alors que je procède au massage de l'œil à travers la paupière supérieure; au bout de quelques secondes, l'opération est terminée; le malade est abandonné à lui-même sans bandeau. Au bout de trois ou quatre jours, l'opacification des couches périphériques du cristallin est à peu près complète, et l'extraction totale est devenue absolument facile.

Sur 10 cas dans lesquels j'ai fait la maturation artificielle, 9 fois le résultat opératoire immédiat a été très bon, en ce sens que tous les débris de substance cristallinienne ont pu être évacués immédiatement et ont donné une pupille parfaitement noire; une seule fois il est resté un petit débris de cristalloïde placé au côté interne de la pupille, mais qui ne gênait nullement la malade, puisque malgré cela elle pouvait parfaitement se conduire. Quant au temps nécessaire pour arriver à maturation complète, c'est-à-dire, le temps écoulé depuis le moment de la discission jusqu'à celui de l'opération, il a été : 6 fois de 2 jours, 2 fois de 3 jours, et 3 fois de 5 jours; ce qui donne exactement une moyenne de 3 jours, nécessaires pour opacifier les masses corticales encore transparentes et permettre leur extraction facile. Dans tous ces cas aussi, une seule discission a suffi pour arriver à un résultat satisfaisant.

Mais voici, par contre, une observation dans laquelle la simple discission suivie de massage n'a pas suffi pour opacifier le cristallin, et où il m'a fallu employer en plus l'iridectomie, suivant le procédé de de Græfe-Mannhardt.

Observation. — Mme M....., âgée de 65 ans, s'aperçoit depuis quelque temps que sa vue s'affaiblit; elle a toujours été bien portante. Elle me consulte pour ses yeux au mois de janvier 1885, et je constate un début de cataracte aux deux yeux, un peu plus avancé à droite qu'à gauche; l'examen à la lumière oblique ne révèle que quelques stries nacrées éparses par-ci par-là à la périphérie de chaque lentille et convergeant vers le centre du cristallin. Je conseille à la malade d'attendre patiemment, pour se faire opérer, que l'une au moins de ses cataractes soit mûre; mais déjà elle commence à montrer une grande inquiétude, se désolant beaucoup au sujet de sa vue. Je la revois plusieurs fois pendant l'année, et je ne constate que peu de progrès dans l'opacification de ses cristallins; en même temps, l'état mental se modifie. La malade se désole, désespère, et ne peut être calmée et rassurée qu'à grand'peine. En présence de cet état psychique, et cédant aux instances réitérées de Mme M..., je me décide à intervenir en janvier 1886. L'opacification est un peu plus accentuée qu'il y a un an; le noyau cristallinien est bien accusé des deux côtés, mais la maturité de la cataracte ne semble devoir avancer qu'avec une extrême lenteur.

Une première discission suivie de massage est faite le 15 janvier 1886 sur l'œil droit, mais sans grand résultat; deux interventions subséquentes, analogues à la première, et espacées de dix en dix jours, n'amènent pas une opacification suffisante pour permettre l'extraction. Je fais alors une iridectomie supérieure, qui devra aussi servir à faciliter l'extraction du cristallin; au bout de 3 à 4 jours, l'opacification est complète. Il est bon de dire qu'après chacune de ces petites interventions pratiquées à l'aide de l'anesthésie locale avec la cocaïne, la malade est très agitée, a des vomissements de bile, se lève, arrache son bandeau, tout cela heureusement sans préjudice pour son œil; ces accidents durent chaque fois 12 heures au moins.

L'extraction est faite le 25 février, sous le sommeil chloroformique; la lentille sort assez facilement à travers une incision à lambeau supérieur; je fais le mieux possible la toilette de la chambre antérieure. La guérison s'effectue en quelques jours sans complication locale. Toutefois, les vomissements, l'agitation, le délire sont plus forts que jamais, et peuvent être à peine calmés par des injections sous-cutanées répétées de morphine. Mais je ne tarde pas à m'apercevoir que des débris de substance cristallinienne sont restés dans l'œil et se sont opacifiés depuis; la vision est assez gênée. Au bout de trois semaines, je songe à employer un autre moyen pour extraire ces masses corticales, et à travers une toute petite incision cornéenne, j'en fais l'aspiration avec l'appareil de Redard. Cette fois, le résultat cosmique est parfait, et la pupille apparaît toute noire et garde définitivement cet aspect. Malheureusement, la malade ne peut déjà plus profiter du rétablissement de la fonction visuelle de son œil droit; car tous les signes d'agitation notés précédemment n'étaient autres que les prodromes d'un ramollissement cérébral à foyers multiples, dont les symptômes n'ont fait que s'accentuer depuis, et n'ont pas tardé à emporter la malade.

Cette observation est intéressante à un double titre : d'abord, au point de vue de la maturation artificielle, et ensuite du complément d'extraction que j'ai pu faire avec l'appareil à aspiration de Redard.

Pour ce qui est de la maturation, il faut noter avec soin la résistance qu'a mise la lentille à s'opacifier, malgré les discissions répétées qui ont mis ses couches périphériques en contact avec l'humeur aqueuse, et malgré le massage exécuté soigneusement après chaque discission.

L'iridectomie complémentaire a seule pu amener l'opacification complète ou presque complète, et peut-être quelques jours d'attente de plus auraient suffi pour obtenir la maturation totale de la cataracte. Pourquoi la discission et le massage n'ont-ils pas agi dans ce cas? Je dois à la vérité de dire qu'après chaque discission, la chambre antérieure n'avait pas été complètement vidée de son humeur aqueuse, et que de cette sorte le massage n'a pu donner tout ce que l'on était en droit d'en attendre. C'est, je crois, un point à surveiller et auquel, en semblable occurrence, je prêterai toute mon attention.

Le second point intéressant du fait que je viens de rapporter, c'est l'application de l'aspiration au curage total et complet de la chambre antérieure et à l'évacuation des masses corticales consécutivement opacifiées. Il n'est pas un ophthalmologiste à qui pareil accident ne soit arrivé, et chacun sait aussi combien il est difficile d'extraire plus tard ces masses qu'aucune pince ne peut saisir parce qu'elles se désagrègent, qui fuient devant la curette, et souvent enfin sont adhérentes à l'iris. L'aspiration peut donc ici utilement venir en aide, et je dois dire que ces masses résisteront difficilement au vide que l'on produit pour les attirer ; l'aspiration, dans ce cas, est toute-puissante et peut rendre d'excellents services. Redard, du reste, avait déjà signalé son application dans des cas semblables (*France médicale,* nº 94, p. 1126 ; 1885), et je n'ai pas à y insister davantage.

Examinons maintenant un point important de la question : c'est celui de savoir si la maturation artificielle peut produire des accidents. Le principal qu'on ait signalé est l'iritis, qui, le plus souvent, est légère et n'entraîne pas d'inconvénients graves. Sur 122 cas de cataractes incomplètes traitées par l'iridectomie préparatoire, A. Græfe (*loc. cit.*) accuse deux cas de suppuration de la plaie par le fait même de cette iridectomie ; il est vrai, ajoute-t-il, qu'en ce temps-là les nouvelles méthodes de pansement n'étaient pas encore en usage. Pour ce qui est du résultat opératoire final, Græfe prétend même, en citant des chiffres à l'appui (*loc. cit.,* p. 233), que les résultats sont meilleurs pour les cataractes qui ont été soumises à la maturation artificielle que pour celles qui ont mûri spontanément. Pour ma part, j'ai vu dans deux cas se produire une légère rougeur périkératique et une légère tension de l'œil ; ce qui ne m'a pas empêché de faire l'extraction et d'obtenir un résultat opératoire parfait. Du reste, il suffit de surveiller les malades et d'appliquer, à la moindre menace inflammatoire, un traitement approprié, ou même encore, comme je l'ai fait, d'enlever le cristallin gonflé et cataracté, cause de tout le mal. J'ai dit que, pendant la discission, on pouvait luxer le cristallin ; un opérateur expérimenté saura à peu près toujours éviter la production de cet accident.

Ainsi donc, luxation possible du cristallin pendant l'opération de la maturation, iritis légère consécutivement à l'intervention opératoire : telles sont les deux complications qu'il faut savoir prévenir et éviter lorsqu'on se propose de mûrir un cristallin incomplètement opacifié.

Une dernière question reste à résoudre : quelles sont les indications de la maturation artificielle ? quels sont les cas où l'on est autorisé à intervenir ?

L'on sait qu'il y a des cataractes séniles qui mettent un temps extrêmement long pour arriver à maturité complète, quelquefois dix, quinze ans, et davantage, dans les cas extrêmes : lors donc qu'au bout de quelques années le malade demandera une intervention, je crois qu'on sera pleinement autorisé à le satisfaire en mûrissant sa cataracte.

L'indication est d'autant plus absolue, que bien souvent les deux yeux se prennent à la fois, et qu'alors des malades qui ne perçoivent plus que vaguement les objets, insuffisamment souvent pour se conduire, sont dans la triste alternative ou de rester à peu près aveugles pendant de longues années, ou, si on les opère trop tôt, d'avoir des cataractes secondaires, contre lesquelles il est bien plus difficile de lutter que contre les premières. Ici donc, l'urgence de la maturation artificielle n'est même pas à discuter, et l'on mûrira hardiment l'un des deux yeux, de préférence celui qui est le plus avancé.

Il est encore une autre catégorie de faits dont j'ai pu observer un exemple : une vieille femme se présente avec une cataracte incomplète de l'œil droit qui empêche de ce côté la vision suffisante pour se conduire ; quant à l'œil gauche, il est totalement atrophié depuis de longues années. Pour ma part, j'ai cru l'indication formelle, et la maturation artificielle suivie bientôt de l'extraction a donné chez ma malade un excellent résultat.

Enfin, il faut encore tenir compte de la position sociale des individus qui réclament une intervention hâtive ; je n'en citerai qu'un exemple : A notre clinique hospitalière, se présentent en grande majorité des gens de la campagne, atteints de cataracte soit de l'un, soit des deux côtés ; d'une part, ils ont besoin de leurs yeux pour travailler, et d'autre part, ils n'ont souvent que peu de temps à consacrer au traitement et peu de ressources en vue d'un long séjour à l'hôpital ; dans ces cas encore, je n'hésite pas à intervenir et à pratiquer la maturation artificielle.

Et d'ailleurs, pour résumer, comme je l'entends, cette question des indications de la maturation artificielle, je dirai que, puisque l'opération en elle-même ne présente ni dangers ni inconvénients, tout individu porteur d'une cataracte incomplète, laquelle empêche une vision suffisamment nette pour se conduire, peut et doit être opéré, s'il le désire.

Les résultats que, pour ma part, j'ai obtenus jusqu'alors, justifient ce que cette proposition peut avoir, en apparence, de trop absolu.

Avant de terminer, je dois ajouter qu'on a dans les lavages intra-oculaires de nouveaux moyens pour débarrasser la chambre antérieure de ce qui reste de la substance cristallinienne et capable de compromettre le résultat définitif par la production d'une cataracte secondaire. Sans vouloir attacher trop d'importance à ces lavages, mais sans vouloir aussi en rien diminuer leur action, puisque l'expérience n'en est pas encore suffisante, je crois qu'ils pourront être utilement employés comme adjuvants de la discission préconisée plus haut, si quelques débris cristalliniens, insaisissables par les moyens et les instruments habituels, persistent encore dans la chambre antérieure.

Conclusions. — 1° La maturation artificielle peut être employée dans les cataractes séniles incomplètement mûres, dans lesquelles, pour cette raison, l'extraction trop hâtive serait contre-indiquée. Une simple discission avec massage de l'œil suffit dans la plupart des cas.

2° Si le résultat reste incomplet, on peut l'achever en faisant une iridectomie, complémentaire de la maturation et préventive pour l'extraction.

3° Enfin, si, après l'extraction faite dans ces conditions, il persiste dans le champ pupillaire quelques débris de substance corticale opacifiés consécutivement, des moyens adjuvants, tels que l'aspiration et les lavages intra-oculaires, en auront facilement raison et arriveront à donner une pupille complétement noire.

M. Ch. DESHAYES

À Rouen.

DE LA RÉCIDIVE DANS LA FIÈVRE TYPHOIDE

— *Séance du 14 août 1886.* —

La fièvre typhoïde qui règne chaque année à Rouen à l'état presque endémique, vient de s'y montrer à nouveau épidémiquement, dans certains quartiers du moins, depuis plusieurs mois. J'en ai observé pour ma part et jusqu'à ce jour, dans la clientèle civile, 19 cas, sur lesquels 4 décès sont à enregistrer.

Deux de mes malades ont eu manifestement la fièvre pour la deuxième fois, à 3 ans de distance.

En voici l'histoire succincte :

Observation I. — Simon (Alfred), 18 ans, rue Gessard, élève de mathématiques spéciales au lycée de Rouen, juin 1886.

Ce malade avait été soigné par moi en janvier 1883 pour une fièvre typhoïde bien confirmée. A cette date, en effet, régnait dans le quartier Saint-Sever une épidémie de typhus. Le malade, alors âgé de 15 ans, avait présenté tous les symptômes d'une fièvre typhoïde, de forme et à marche régulières : épistaxis au début, céphalalgie persistante, *taches rosées lenticulaires* très évidentes : le thermomètre s'était maintenu de 39 à 40°. La durée totale de la fièvre avait été d'environ de 40 jours.

L'année suivante, en 1884 (je ne saurais préciser l'époque), Simon avait été malade et, pendant une huitaine de jours, avait présenté les symptômes d'une synoque : inappétence, courbature, soif, langue saburrale, etc. Le repos, de légers purgatifs, le sulfate de quinine en avaient eu promptement raison. A cette époque, 1884, j'avais dit à la mère : on pourrait craindre une fièvre typhoïde, mais il n'en sera rien, car la fièvre typhoïde ne récidive pas ; le passé nous garantit de l'avenir.

Faut-il voir là déjà la réalisation de cette croyance populaire qui veut que les typhiques présentent pendant plusieurs années, le plus souvent au printemps, une récidive atténuée des accidents primitifs. C'est possible, et moi-même j'ai été plusieurs fois témoin du fait.

Quoi qu'il en soit, je considérais le jeune Simon comme absolument à l'abri de la dothiénentérie, lorsque le 20 mai dernier, ledit Simon, pris de malaise, courbaturé, sans appétit depuis une quinzaine de jours, s'étant beaucoup surmené en vue des examens, fut obligé de se mettre au lit ; bientôt il n'y eut plus de doute sur la nature de la maladie. Une céphalalgie, très vive au début, une certaine agitation nerveuse, le subdelirium, me firent craindre tout d'abord une méningite ; mais l'ensemble des symptômes confirmèrent vite mon diagnostic : Le 27 mai, apparurent sur le ventre des taches rosées lenticulaires, disparaissant sous le doigt, très caractéristiques : Pouls 120 ; T. 40°, rate grosse ; ventre légèrement ballonné.

1er *juin.* Même état : muguet abondant sur la langue, au pharynx, sur les gencives.

3 *et* 4 *juin.* Défervescence : Pouls 92, T. 38°,5 ; nombreux sudamina.

Rien de spécial les jours suivants : 16 juin, convalescence.

L'hyperthermie avait duré 20 jours, nous avions eu du délire, des accidents nerveux, et moi-même j'avais partagé l'inquiétude très vive et très légitime de la famille. Il me paraît inutile de fournir une observation plus détaillée ; l'état typhique ne peut être contesté. Il ne s'agissait là en effet ni de méningite, ni de typhus exanthématique, de typhus cérébro-spinal, de fièvre continue, de typhlite, encore moins de péritonite, etc.

Les poumons n'avaient présenté que quelques gros râles dans la deuxième période ; et il n'y avait nulle trace d'érysipèle.

Comme en 1884, et jusqu'à la confirmation des accidents typhiques, j'avais tenu aux parents le même langage : nous ne pouvons avoir affaire à une fièvre typhoïde puisque le malade en a été antérieurement atteint.

Le traitement a consisté surtout en sulfate de quinine, aconit, citron, extrait de quinquina et collutoire au borate de soude.

J'aurais hésité à publier cette observation de récidive de dothiénentérie survenue 3 ans après la première attaque, n'était un second cas à

peu près identique, observé dans le voisinage et dans les mêmes conditions.

Observation II. — Femme Roger, 42 ans, mère de 7 enfants, rue Louis-Poterat.

En décembre 1882, il y a 3 ans et demi, la femme Roger avait été soignée par moi pour une fièvre que je déclarai alors typhoïde, et dont la période aiguë, du début à la convalescence, dura environ 30 jours; la malade, qui avait beaucoup maigri pendant sa fièvre, resta longtemps débilitée et fut 3 mois à recouvrer ses forces; elle ne présentait à ce moment et ne présente actuellement aucun signe de tuberculose pulmonaire; pas de métrite; il y avait eu peu ou point de taches rosées lenticulaires, mais du muguet était apparu; la durée de la fièvre, ses caractères, l'élévation de la température et du pouls, en un mot l'ensemble des phénomènes observés ne laissait aucun doute dans l'esprit. C'était un cas type, classique, de dothiénentérie.

Le 2 juin dernier la femme Roger, éprouvant du malaise, courbaturée, sans appétit depuis 10 ou 12 jours, me fait demander. Elle est couchée, ne peut se lever et accuse une vive céphalalgie.

P. 100, T. 39°4; peau chaude, langue sèche, fébrile, pas d'épistaxis.

A partir de ce moment les phénomènes s'accentuent, la fièvre prend l'allure typhique, et le 17 juin des taches rosées lenticulaires, nombreuses, se montrent sur le ventre.

La marche de la maladie a été régulière, à forme adynamique; la muqueuse buccale a présenté de bonne heure la desquamation épithéliale et du muguet.

La convalescence s'établissait dans les derniers jours de juin; adynamie consécutive.

J'ai cru inutile d'entrer dans plus de détails d'observation. L'intérêt unique, absolu de la question réside dans le diagnostic. Ces deux malades ont-ils eu réellement deux fois, et à 3 ans de distance, la fièvre typhoïde? J'en suis entièrement convaincu.

La fièvre typhoïde peut donc récidiver.

Que disent les auteurs à ce sujet?

D'après Grisolle, il serait démontré que la dothiénentérie, semblable en cela à la variole, à la rougeole et à la scarlatine, n'affecte qu'une seule fois le même individu; elle donne même une immunité plus complète que ces dernières maladies ne le font.

Si la non-récidive est vraie pour la variole et la scarlatine, elle cesse de l'être, de nos jours tout au moins, pour la rougeole, et j'ai vu souvent dans la clientèle des enfants offrir pour la deuxième et même la troisième fois, non pas une roséole, mais une rougeole vraie.

Le professeur Jaccoud ne nie pas absolument la récidive de la fièvre typhoïde; il la considère seulement comme très rare.

« Il est exceptionnel, écrit-il dans son *Traité de pathologie interne*, « que la fièvre typhoïde atteigne une seconde fois le même individu, « s'il s'est déjà écoulé un certain temps depuis la première attaque. En « d'autres termes, les récidives sont rares, plus rares que dans le ty-

« plus exanthématique. Mais les rechutes ou réversions sont plus fré-
« quentes ; elles ont lieu dans la dernière période de la maladie, ou
« bien durant la convalescence, ou bien pendant les deux premiers mois
« qui suivent la guérison. »

Dans ses leçons de clinique médicale, le même auteur admet la rechute dans la proportion de 9 p. 100 ; sur 594 cas observés, 54 rechutes ; mais cette rechute, ajoute-t-il, c'est immédiatement après la grande attaque ; et l'intervalle entre la maladie et la rechute est en moyenne inférieur à 10 jours.

D'autre part, à l'article FIÈVRE TYPHOIDE du *Nouveau Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques,* le regretté G. Homolle regarde comme synonymes les termes de rechute et de réversion. « Il se fait, dit-il, une nouvelle évolution de tout le cycle fébrile et des symptômes cliniques de la fièvre typhoïde qui suit de près la première atteinte.

C'est la *relapsing fever* des Anglais.

Les rechutes de la dothiénentérie ont été surtout étudiées depuis la discussion qui eut lieu à la Société médicale des hôpitaux, 1869 :

Voir les *Leçons* de Potain, 1872 ; Raynaud, 1877 ; Cadet de Gassicourt, 1880 ; les thèses de Guyard, 1876 ; Perrin, 1877 ; Gromollard, 1882 ; Meunier, 1883 ; la thèse d'agrégation d'Hutinel, 1883 ; etc.

Pour Lorain, la rechute n'est qu'une récidive à court intervalle, une seconde maladie qui s'accole à la première, et qui a peut-être pour cause le séjour du malade dans le milieu infectant.

Griesinger suppose que les malades subissent une nouvelle contagion dans l'hôpital. Cette opinion a été soutenue en France par Hervieux. (G. Homolle, *Dictionnaire*).

Steinthal (clinique de Leipzig) déclare que la récidive de la fièvre typhoïde est beaucoup plus rare qu'on ne l'admet généralement.

Le professeur Von Ziemssen, au contraire, commentant le travail de Steinthal, dit : « Il semble que, depuis l'emploi des nouvelles méthodes de traitement, la récidive soit plus fréquente que jadis. »

Il est probable que par récidive Von Ziemssen a compris la *relapsing fever* ou la fièvre à réitération.

Ce terme de réitération a été récemment choisi par M. le professeur Potain, qui montrait il y a quelques mois, dans son service de l'hôpital Necker, un malade atteint d'une fièvre typhoïde médiocrement grave et qui a dû rester 80 jours à l'hôpital. Sa fièvre avait été en quelque sorte triplée, et le malade avait présenté une double réitération. Ce serait là, suivant l'éminent clinicien, un fait qui devient presque vulgaire depuis un certain temps, et ces retours de fièvre qu'on signalait à peine autrefois, se voient fréquemment, principalement depuis 1869. Et il cite des faits de quatrième réitération.

Après avoir enseigné la différence qu'il convient d'établir entre les termes de rechutes, récidives ou réversions, M. Potain enseigne que ces réitérations peuvent se montrer sous des aspects assez différents de l'atteinte première ; elles peuvent se reproduire 3 ou 4 fois chez le même malade ; mais ce qu'on observe le plus souvent, c'est que ces nouvelles atteintes sont de plus en plus courtes et de plus en plus atténuées (*Journal de médecine et de chirurgie pratiques, 1886*).

Et, en effet, il doit en être ainsi dans la majorité des cas, étant admise la nature parasitaire de la fièvre typhoïde — une première attaque équivalant à une première vaccination, et mettant à l'abri d'une seconde attaque qui, si elle survient, devra être atténuée. — Et cependant mes deux malades, Simon notamment, ont présenté la deuxième fois une forme tout aussi grave que la première.

Ces faits de rechute, de réversion ou de réitération n'ont rien de commun avec les miens. Deux fois Simon a été atteint d'une longue pyrexie avec taches rosées lenticulaires. Je sais bien que le Dr Herbland Morin a montré dans sa thèse, et que M. Potain lui-même admet que des taches rosées lenticulaires peuvent se rencontrer dans certaines formes d'embarras gastriques fébriles. Mais peut-on affirmer que Simon n'était atteint que d'un embarras gastrique ?

Ce qui est plus vrai, c'est que la fièvre typhoïde tend à changer d'allures. Je n'en veux d'autres preuves que le muguet dont elle s'accompagne depuis plusieurs années, non plus dans la convalescence et concurremment à l'anémie qui résulte des grandes perturbations, mais le plus souvent dès le deuxième septénaire et dans la période d'acmé.

J'ai vu en effet depuis 6 ans le plus grand nombre de mes typhiques présenter du muguet tantôt dans le pharynx, tantôt sur la langue, les gencives, et dans toute la cavité buccale.

Cette complication que j'ai signalée un des premiers, et dont MM. Damaschino, Duguet, Bucquoy et Guyot ont entretenu la Société médicale des hôpitaux en 1880, est devenue très fréquente, à tel point qu'on peut dire qu'exceptionnelle il y a 10 ans, elle est la règle aujourd'hui.

Enfin nous ne saurions nier actuellement que la fièvre typhoïde que nous considérions jadis comme une pyrexie absolument et mathématiquement régulière dans sa marche, à cycle bien défini et de durée relativement délimitée, s'offre à nous maintenant souvent modifiée ; et si on ne peut affirmer encore qu'elle est susceptible d'avorter, on ne saurait nier qu'elle ne nous apparaît parfois mitigée.

La récidive deviendra-t-elle à son tour plus fréquente ? A l'avenir de répondre.

M. SEILER

A Paris.

NOTE SUR LE TRAITEMENT DE LA TUBERCULOSE PULMONAIRE PAR LES INHALATIONS D'ACIDE FLUORHYDRIQUE

— *Séance du 14 août 1886.* —

A la fin de juillet 1885, j'ai communiqué à l'Académie de médecine les résultats satisfaisants que j'avais obtenus de l'application de l'acide fluorhydrique, sous forme d'inhalation, dans le traitement de la tuberculose pulmonaire. Aujourd'hui je viens confirmer ces résultats, et je n'hésite pas à vous dire que ces inhalations produisent, à l'exclusion de tout autre traitement, une amélioration tellement notable dans l'état des tuberculeux, qu'il est de toute urgence, en présence des nombreuses victimes qui succombent journellement à la tuberculose pulmonaire, de divulguer au monde médical le procédé qui me paraît le plus simple et le plus pratique pour faire ces inhalations.

Les malades, que j'ai ainsi traités, ont été soumis à ces inhalations pendant des séances journalières qui ont duré chaque fois une heure, et ces séances se sont répétées vingt fois chez les uns et chez les autres trente fois et plus.

Le procédé opératoire auquel je me suis arrêté consiste à faire barboter de l'air, à l'aide d'un soufflet de bijoutier, dans un mélange d'eau et d'acide fluorhydrique, contenu dans un flacon de gutta-percha, dans les proportions suivantes :

Eau	150 grammes.
Acide fluorhydrique	50 —

L'air, une fois chargé de vapeurs fluorhydriques, est chassé dans une salle, dans la proportion d'environ dix litres par mètre cube. C'est dans cette salle que séjournent les malades qui veulent bien se soumettre aux inhalations fluorhydriques.

Cette proportion de dix litres par mètre cube ne peut cependant pas être prise d'une façon absolue et invariable chez tous les malades, car il y a lieu de tenir compte de l'étendue des lésions pulmonaires; je dirai cependant que les malades s'habituent vite aux vapeurs fluorhydriques et que la proportion de dix litres est généralement atteinte au bout de deux à trois séances.

Ces inhalations fluorhydriques ont produit les résultats suivants qui

ont été les mêmes chez tous les malades que j'ai traités et que j'énumère dans l'ordre où ils se sont produits :

I. L'oppression et la dyspnée ont disparu après un nombre de séances variant de une à dix.

II. Les quintes de toux ont été supprimées et remplacées par quelques accès de toux.

III. Les sueurs nocturnes ont disparu après un nombre de séances variant de six à quinze.

IV. Le sommeil est redevenu bon et réparateur.

V. L'expectoration a été modifiée d'une façon très sensible : elle est devenue bronchique chez les uns et a changé de caractère chez les autres.

VI. L'appétit est revenu très vite chez les uns (4 à 5 séances), lentement chez les autres (12 à 15 séances). De ce que l'appétit est revenu le poids du corps augmentait très rapidement.

VII. Enfin du côté des voies respiratoires les troubles organiques et fonctionnels s'amendent lentement, il est vrai, mais l'amélioration est indéniable.

Comme conclusion, je dirai que j'ai la ferme conviction que par les inhalations d'air chargé de vapeurs fluorhydriques on peut guérir la tuberculose pulmonaire si l'on intervient dès le début des accidents, l'enrayer pour une période plus ou moins longue si l'intervention n'a lieu que plus tardivement alors que les lésions pulmonaires sont irréparables.

J'ajouterai encore que ces inhalations fluorhydriques sont d'une innocuité absolue, malgré la peur chimérique qui entoure encore l'acide fluorhydrique, ainsi que le prouvent les centaines d'ouvriers qui respirent tous les jours ces vapeurs à des doses qui sont loin d'être thérapeutiques.

M. Albert HEYDENREICH

Professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

DE LA DÉSARTICULATION DU GENOU

— Séance du 16 août 1886. —

La désarticulation du genou n'est guère en faveur parmi les chirurgiens, et, en dépit de plusieurs tentatives de réhabilitation, cette opération reste, aux yeux du plus grand nombre, frappée de discrédit. La

discussion qui, l'année dernière encore, s'est élevée à la Société de chirurgie (séances du 4 mars et du 11 mars 1885) en fait foi.

Mais j'écarte ici toute considération historique, pour m'attacher uniquement à l'examen des faits, convaincu que certains points, d'importance capitale dans la question, n'ont pas été mis suffisamment en relief.

Pour juger de la valeur de la désarticulation du genou, il faut la comparer à l'opération qu'on lui substitue en général, c'est-à-dire à l'amputation de la cuisse au tiers inférieur.

Il ne saurait, en effet, être question de préférer la désarticulation du genou à l'amputation de la jambe, quand celle-ci est praticable. D'autre part, je fais abstraction de deux opérations sur le résultat desquelles je n'ai que des données insuffisantes : l'opération de Carden, ou désarticulation du genou suivie de la résection des condyles du fémur, et l'opération de Gritti, qui consiste à souder la rotule avivée sur le bout du fémur raccourci.

Si l'on compare, au point de vue de la mortalité, la désarticulation du genou et l'amputation de la cuisse au tiers inférieur, on trouve, dans les diverses statistiques, des chiffres sensiblement égaux. Certains de ces chiffres donnent un léger avantage à l'amputation, tandis que, d'après d'autres statistiques, c'est la désarticulation qui l'emporte. En tout cas, on ne saurait baser aucune conclusion sur ces faibles différences.

Par contre, le résultat fonctionnel est très dissemblable dans les deux opérations.

Après l'amputation de la cuisse, le moignon est loin d'être toujours indolent. Chauvel (Société de chirurgie, séance du 11 mars 1885) a observé, aux Invalides, chez les amputés de cuisse, bien des moignons coniques, douloureux, ulcérés ; il a vu un grand nombre de ces amputés réduits à faire usage des béquilles. Mais, en admettant même les conditions les plus favorables, le moignon de l'amputation de cuisse est toujours incapable de transmettre le poids du corps.

Tout au contraire, le moignon de la désarticulation du genou peut servir de support. D'autre part, il a sur le moignon de l'amputation de cuisse l'avantage d'être plus long et plus maniable, à condition toutefois que l'on ait gardé la rotule et ses ligaments latéraux ; dans ce cas, en effet, les attaches inférieures du droit antérieur sont suffisamment conservées pour que ce muscle soit en état de fléchir la cuisse sur le bassin.

De graves reproches ont été adressés au moignon de la désarticulation du genou. On a dit surtout que ce moignon est souvent douloureux, ulcéré à son extrémité.

Or, lorsque l'on étudie ces faits malheureux, il est facile de s'assurer que les moignons, qui ont présenté des accidents de ce genre, ont été, dès l'origine, de mauvais moignons. Jamais un moignon, primitivement bon, ne s'ulcère ultérieurement. C'est donc dans l'opération elle-même ou dans ses suites immédiates qu'il y a lieu de chercher la cause des accidents en question.

Les fautes opératoires, le choix d'un procédé défectueux sont des éléments qu'on ne saurait négliger, mais sur lesquels je ne veux pas insister ici. Il dépendra toujours du chirurgien d'éviter les premières et d'écarter tout procédé qui ne place pas la cicatrice en dehors de la zone destinée à servir de point d'appui.

Parmi les accidents consécutifs à l'opération, le plus important à considérer est la suppuration du cul-de-sac sous-tricipital de la synoviale du genou. Si le cul-de-sac suppure, il en résulte un amincissement de la peau correspondante, puis des adhérences de la peau avec le fémur et, par suite, des douleurs et des ulcérations. C'est cette suppuration qui est la véritable cause des accidents observés parfois sur le moignon après la désarticulation du genou.

En l'absence de faute opératoire, ces accidents sont sûrement évités, si la suppuration ne se déclare pas. Tout au plus peut-il arriver alors que le moignon s'effile à la longue par suite de l'atrophie des condyles et devienne impropre à supporter le poids du corps. Or, même dans ce cas, le moignon de la désarticulation du genou reste supérieur au moignon de l'amputation de cuisse ; car il est plus long et il peut être porté en avant par le droit antérieur qui conserve son action.

Le problème se réduit donc à éviter la suppuration de la synoviale, et nous possédons aujourd'hui les moyens d'atteindre sûrement ce résultat. Il faut pour cela : 1° que l'articulation du genou, sur laquelle on opère, soit saine ; 2° que les précautions antiseptiques soient rigoureusement observées.

A cette double condition, la désarticulation du genou est une bonne opération. Mais des considérations qui précèdent il résulte que la désarticulation ne peut être jugée d'après les cas anciens, opérés sans le secours de la méthode antiseptique.

Si l'on s'en tient aux observations les plus récentes, on constate que les cas favorables deviennent de plus en plus nombreux, et qu'un revirement tend à se produire dans l'opinion de bien des chirurgiens.

A la Société de chirurgie, Polaillon et Delorme ont présenté des sujets désarticulés du genou et porteurs de bons moignons. En Amérique, un certain nombre de chirurgiens reviennent à la désarticulation. Au 57e Congrès des naturalistes et médecins allemands, tenu à Magdebourg en 1884, Hagedorn, Kraske, Küster se sont grandement loués.

des résultats que leur donne cette opération. Enfin, tout récemment, mon ami Maunoury, revenant d'une tournée faite en Allemagne, m'a dit avoir vu plusieurs désarticulés dont le moignon était excellent.

Ces résultats favorables ont été observés chez des sujets de tout âge, aussi bien chez des adultes, ou même des personnes âgées, que chez des enfants.

A l'appui des considérations que je viens de développer, j'ai l'honneur de vous présenter un enfant, à qui j'ai pratiqué, il y a quelques mois, la désarticulation du genou, et dont voici très brièvement l'histoire.

Ce petit malade, âgé de trois ans et demi, a été amené dans mon service pour des manifestations tuberculeuses multiples : tuberculose pulmonaire commençante ; gomme sous-aponévrotique suppurée de l'avant-bras gauche ; adénite tuberculeuse de l'aine droite ; enfin lésions considérables de la jambe droite, lésions dont vous pouvez apprécier l'étendue sur la pièce que je vous présente.

Le tibia et le péroné sont malades dans toute leur moitié inférieure. Mais tandis que le péroné ne présente, à ce niveau, qu'une boursouflure avec amincissement de la paroi osseuse, ou, en d'autres termes, un spina ventosa, les lésions du tibia sont beaucoup plus profondes. La plus grande partie de la moitié inférieure de la diaphyse du tibia constitue un séquestre, entouré d'une gaîne osseuse de nouvelle formation. Cette gaîne est percée d'un vaste cloaque, qui fait presque le tour de l'os, et dont la plus grande hauteur, située au niveau de la face externe du tibia, est de 3 centimètres. A travers cette ouverture on constate qu'inférieurement le séquestre est, en grande partie, isolé des portions vivantes.

A ne considérer que les lésions osseuses, il semblerait que l'amputation de la jambe ait dû être praticable. Il n'en était rien cependant. En effet, les produits tuberculeux, émanés du tibia, avaient fait irruption à travers le cloaque, avaient envahi les parties molles et avaient détruit la peau de la jambe sur une étendue considérable. C'est à peine s'il restait assez de peau pour permettre la désarticulation du genou ; l'amputation de la jambe était radicalement impossible.

L'état général de l'enfant était des plus graves ; sa pâleur, sa faiblesse étaient extrêmes ; le dénoûment fatal semblait ne pas devoir se faire attendre longtemps. L'intervention était commandée d'une façon urgente. Aussi, dès le lendemain de l'entrée du malade, le 30 décembre 1885, je pratiquai la désarticulation du genou.

J'eus recours à la méthode elliptique, en me conformant exactement aux indications données par Farabeuf. Je conservai la rotule et ses ligaments latéraux. Je m'abstins de tout drainage et de tout débride-

ment du côté du cul-de-sac sous-tricipital. Enfin je fis la suture de la peau, en laissant la place pour un petit drain à chacune des extrémités de la suture. Il est inutile d'ajouter que toutes les précautions antiseptiques étaient prises.

Les suites de l'opération furent des plus simples, bien que l'enfant ne cessât d'uriner dans son lit, souillant incessamment son pansement et rendant l'antisepsie très difficile. La cicatrisation fut rapide, sauf en un point, où une fistule conduisait dans une petite poche située à la partie postérieure, entre les condyles du fémur ; cette fistule elle-même était fermée deux mois et demi après l'opération.

L'état général du malade avait commencé à s'améliorer aussitôt après la désarticulation. Un mois après celle-ci, j'avais pratiqué le raclage de la gomme sous-aponévrotique de l'avant-bras gauche, et la plaie s'était cicatrisée en quelques jours.

Aujourd'hui cet enfant s'est relevé, au point de n'être plus reconnaissable, et, bien que l'auscultation révèle encore l'existence d'un souffle au sommet droit, au niveau de la fosse sus-épineuse, l'état de la poitrine est bien amélioré.

Vous pouvez constater que le moignon est excellent. La cicatrice, linéaire, considérablement rapetissée, a une longueur de 3 centimètres à peine ; elle est transversale et située à la partie postérieure du moignon, à un centimètre et demi au-dessus d'un plan horizontal sur lequel reposerait ce moignon. La rotule, faiblement remontée, présente son sommet à 2 centimètres au-dessus de ce même plan horizontal.

La peau, intacte et sans adhérences, glisse librement sur les parties sous-jacentes. On peut, sans provoquer la moindre douleur, exercer les plus fortes pressions sur l'extrémité du moignon. Celui-ci est donc parfaitement apte à supporter le poids du corps.

Si l'enfant, muni de son pilon, ne marche pas encore tout seul aujourd'hui, c'est-à-dire 7 mois après la désarticulation, cela tient à des conditions spéciales. Tombé malade peu de mois après sa naissance, il n'a jamais marché et a dû faire ses premiers pas avec un pilon. D'autre part, orphelin et confié aux soins d'une étrangère, il est très négligé depuis qu'il a quitté l'hôpital.

Je n'insisterai pas plus longuement sur ce cas particulier et je résumerai ma communication dans les conclusions suivantes.

Lorsqu'il existe des lésions articulaires du genou, ou lorsque l'antisepsie n'est pas observée, la désarticulation du genou expose à des résultats médiocres ou même mauvais. Au contraire, si l'articulation est intacte et si les précautions antiseptiques sont prises, le résultat de l'opération est excellent; dans ces conditions, la désarticulation du genou doit toujours être préférée à l'amputation de la cuisse au tiers inférieur.

M. le Dr de VALCOURT

Médecin de l'hôpital civil de Cannes, et de l'hôpital maritime pour les enfants. (Fondation Dollfus.)

TRAITEMENT DE LA SCROFULE PAR LES BAINS DE MER EN HIVER

— *Séance du 16 août 1886.* —

Les bains de mer sont un des moyens les plus puissants pour fortifier les enfants, en général, et pour combattre chez ceux qui y sont prédisposés les manifestations scrofuleuses. C'est là un fait reconnu unanimement par les médecins; aussi a-t-on créé, dans ces dernières années, des établissements spéciaux, des hôpitaux d'enfants dans presque tous les pays d'Europe et, notamment, l'assistance publique de Paris a construit sur la plage de Berck, près Boulogne, des bâtiments pouvant recevoir plusieurs centaines d'enfants.

Notre très distingué confrère, le Dr Cazin, a publié, d'après les résultats obtenus à Berck, un volume fort intéressant et devenu classique.

Les bains de mer, dans le Nord, offrent donc de nombreux avantages, mais présentent quelques inconvénients sérieux. Le phénomène de la marée empêche sur bien des points, les bains à heure fixe; les vagues sont souvent trop fortes pour des enfants chétifs et délicats, principalement sur les plages à galets; certaines dunes ont un sable tellement fin que le moindre vent le transporte facilement au loin, de là des ophtalmies auxquelles les enfants scrofuleux ne sont que trop disposés. Enfin, la température de la mer, ainsi que celle de l'air, les brouillards et l'absence du soleil, sont autant d'obstacles qui rendent les bains de mer impossibles dans le Nord, pendant la plus grande partie de l'année.

Ces conditions défavorables n'existent pas sur plusieurs plages de la région méditerranéenne et principalement à Cannes. Là, pas de marée, pas de courant, rarement des vagues assez fortes pour entraver les bains, plage à pente douce, sable porphyrique, trop lourd pour être soulevé par le vent, et sur lequel les enfants marchent si facilement que la plupart, même les éclopés, n'ont pas besoin de l'aide du baigneur. La température de l'eau n'est jamais trop basse pour empêcher les bains courts, l'*hydrothérapie marine,* qui constitue le vrai, le plus puissant traitement de la scrofule. Enfin, la vivacité de la lumière et la chaleur, même en hiver, des rayons solaires, ajoutent la réaction indispensable après l'immersion.

C'est à cause de cet ensemble de conditions hygiéniques que, surtout depuis quelques années, nous recevons de diverses contrées septentrionales, chaque hiver à Cannes, un plus grand nombre d'enfants, atteints de coxalgie, de mal de Pott, de scoliose ou d'autres affections osseuses, des enfants simplement chétifs ou délicats, des jeunes filles chlorotiques, chez lesquelles la menstruation s'établit difficilement, et même des rhumatisants, alors que les manifestations aiguës ont disparu et qu'il s'agit de réparer une constitution affaiblie ; nous leur prescrivons non seulement les bains de mer, mais aussi le séjour sur la plage et les promenades sur l'eau. Quelques-uns ne pouvant pas supporter les bains d'immersion prennent des bains de mer chauds ou des ablutions froides d'eau de mer à domicile.

En ce qui concerne les bains de mer chauds, nous désirons, mais sans avoir encore pu l'obtenir, que ces bains soient chauffés instantanément par un courant de vapeur, comme les bains minéraux à Schlangenbad, afin d'éviter la décomposition partielle de l'eau saline par l'action de la cuisson prolongée.

Les enfants du Nord fréquentant la plage de Cannes appartenaient tous à la classe aisée, la seule pouvant supporter les frais d'une installation en famille sur le littoral, jusqu'en 1882, époque où M. Jean Dollfus fonda généreusement un hôpital maritime pour les enfants scrofuleux, afin de faire participer les enfants de la classe ouvrière aux bienfaits du traitement marin hivernal.

Les enfants nous sont adressés de Mulhouse, Paris ou Genève. Ceux qui sont atteints de tuberculisation pulmonaire ne sont pas admis, car l'usage des bains de mer ne leur convient pas et de plus nous voulons éviter la cohabitation des enfants simplement scrofuleux avec des phtisiques.

Les enfants arrivent vers le 1er octobre et restent jusqu'au 1er juin. Les bains leur sont administrés dès leur arrivée et sont continués aussi tard que possible. En 1885-1886, par exemple, la saison d'automne a duré jusqu'au 20 décembre. Les enfants aimaient tant leurs bains, qu'ils eussent volontiers, pour la plupart, continué tout l'hiver. La température de la mer était à 18° en octobre et s'était graduellement abaissée à 11°5, température minima de l'eau à Cannes en hiver, ce n'est donc pas à cause du rafraîchissement de l'eau, mais surtout à cause de la variation atmosphérique, que nous cessons les bains de mer au gros de l'hiver. Nous connaissons plusieurs personnes qui continuent leur immersion durant tout l'hiver, et il est fort possible que nous en venions là pour plusieurs de nos enfants.

Nous n'avons jamais constaté de cas de bronchite ou autre affection pouvant être attribuée aux bains froids ; au contraire, l'amélioration

de la santé des jeunes malades est manifeste et prompte. Les bains ont été repris depuis le 17 mars à la température de 14° de la mer et ont été rarement interrompus depuis lors par les perturbations atmosphériques jusqu'à fin mai. Plusieurs de nos enfants portent des abcès fluents, mais cela ne les empêche pas de suivre le traitement balnéaire. La suppuration augmente un peu sous l'influence des premiers bains, les bords des plaies rougissent légèrement, mais cela n'est que passager, une amélioration rapide est la règle. Dans des cas très exceptionnels, nous recouvrons les plaies de baudruche pendant les bains et au sortir de l'eau, on lave à l'eau douce. Plusieurs de nos malades sont atteints de mal de Pott ou de scoliose. Nous leur confectionnons des corsets de Sayre, lesquels leur sont retirés chaque jour, pour les bains.

Nous pensons que les bains de mer sont contre-indiqués dans la période de contracture musculaire douloureuse de la coxalgie. Il faut alors se contenter du traitement par l'immobilité, de l'extension continue et du séjour au bord de la mer. Mais, dès que les symptômes aigus de la contracture ont disparu, il faut en venir à l'usage des bains de mer, cesser l'immobilité absolue, qu'il y ait suppuration ou non, ce symptôme n'ayant qu'une signification secondaire et ne retardant point l'époque de la guérison. Je dirai même plus : dans le cas où il y a suppuration, le traitement est plus facile, plus certain ; le pronostic le plus souvent favorable, du moins parmi les enfants qui nous sont envoyés. L'hôpital Dollfus a fait ses débuts dans une petite villa, dont les dimensions étaient un peu exiguës pour le nombre d'enfants en traitement. C'est afin d'éviter les effets funestes de l'encombrement et les mauvaises odeurs dans ce local que la directrice dévouée et intelligente de l'établissement a eu l'idée de tenir toutes les fenêtres ouvertes durant la journée entière. Nous avouons que nous avons d'abord lutté contre cette tendance, mais l'expérience a prouvé que nos enfants se trouvaient si bien de cette exposition constante au grand air, même pendant les jours rigoureux de l'hiver, que maintenant, loin de combattre cette idée, nous proclamons qu'elle est excellente et qu'elle fait même partie du traitement. Nous n'avons pas eu un seul cas de bronchite parmi nos enfants, pendant tout l'hiver. La seule maladie aiguë que nous ayons eu à traiter, est une pleurésie avec vaste épanchement ayant nécessité la thoracentèse, contractée par la cuisinière, dont la chambre à coucher, au rez-de-chaussée, était humide (tous les dortoirs de nos enfants étaient au premier étage).

Nous ne pensons pas qu'on puisse prescrire au premier venu d'avoir toutes ses fenêtres ouvertes, cela serait encourir une lourde responsabilité. Mais les enfants arrivent à Cannes en octobre, saison où il fait encore chaud, ils sont bientôt aguerris par leurs bains journaliers contre

les pertubations atmosphériques; ce qui constitue un avantage considérable pour l'ensemble de leur santé.

Que l'on compare ensuite leur régime hygiénique avec ceux des pauvres petits enfants étiolés par le séjour prolongé dans l'air vicié des hôpitaux et dans le voisinage d'enfants atteints souvent de maladies contagieuses.

Les résultats obtenus sont extrêmement remarquables et je pourrai donner ici une longue liste d'observations recueillies sur nos enfants, mais il suffira de m'en référer à ce que plusieurs de nos confrères de Paris, de Genève et de Mulhouse ont vu par eux-mêmes en visitant l'hôpital Dollfus.

Cet établissement vient d'être transféré et agrandi; M. Dollfus a acheté l'hôtel du Square Brougham, admirablement situé sur le bord de la mer; il est actuellement aménagé pour recevoir cette année-ci trente enfants; plus tard, le nombre en sera porté à quarante. Quinze lits sont affectés aux enfants venant de Genève, par suite d'une convention intervenue entre M. Dollfus et un comité de bienfaisance de cette ville, les autres lits sont destinés aux enfants venant de Mulhouse, de Paris, etc.

On doit souhaiter que les établissements de cette nature se multiplient, il n'y en aura jamais assez pour recevoir tous les enfants qui pourraient être rendus ainsi à la vie et à la santé.

M. E. MAUREL

Médecin principal de la marine, à Cherbourg.

DU STÉTHOSCOPE ET DES LOIS DE L'ACOUSTIQUE

— Séance du 14 août 1886. —

Depuis Laënnec, son inventeur, le stéthoscope a été modifié bien des fois, et la collection que je vous présente, collection qui cependant est loin d'être complète[1], peut vous donner une idée de la diversité de vues qui a présidé à ses modifications. On en fait en métal, en bois, en corne, en caoutchouc; les uns sont longs, les autres courts; ceux-ci sont creux, d'autres pleins, etc. Il est donc naturel de se demander

1. Je tiens du professeur Constantin Paul qu'il a pu en réunir plusieurs centaines.

quel est celui de ces instruments auquel nous devons donner la préférence et c'est la question que je vais me poser et résoudre avec vous.

Mais tout d'abord, je tiens à répondre à deux objections qui sûrement me seront faites.

J'entends un certain nombre de praticiens me dire :

Le meilleur des stéthoscopes est encore mon oreille ; le stéthoscope est inutile.

A cette première objection je réponds, s'il est vrai que dans des cas assez nombreux l'auscultation avec l'oreille peut suffire : 1° qu'il ne plaît pas à tout le monde d'être ausculté directement avec l'oreille ; 2° qu'il n'est pas toujours agréable au médecin d'ausculter directement certains malades ; 3° qu'il est des régions d'un accès difficile avec la tête ; 4° que les auscultations délicates, telle que la pathologie du cœur en nécessite quelquefois, exigent le stéthoscope qui seul permet une délimitation précise.

Pour toutes ces raisons, il faudra donc dans certains cas que même les praticiens qui sont les plus ennemis des stéthoscopes, consentent à s'aider de l'un d'eux.

La seconde objection ne résiste pas mieux à un examen sérieux :

Le meilleur stéthoscope est celui dont on a l'habitude. Mais encore a-t-il fallu prendre cette habitude, et peut-être que, dans le même temps, on serait arrivé à de meilleurs résultats avec un autre instrument ; ensuite si l'instrument est réellement préférable, une nouvelle habitude est rapidement prise. Enfin, en admettant que les vieux praticiens conservent, ne serait-ce que par reconnaissance, l'instrument auquel, à un moment donné de leur carrière, ils ont donné leur préférence, il est beaucoup de jeunes confrères qui, libres de toute habitude, ne demandent qu'à voir leur choix tomber sur le meilleur. Ne serait-ce donc que pour ces jeunes confrères, la question que je viens me poser devant vous conserve toute son importance.

Les bruits, nous le savons, peuvent arriver au cerveau par deux sortes d'ondes sonores : par des ondes aériennes ou par des ondes solides.

Les ondes aériennes sont celles qui nous servent d'une manière presque exclusive dans les conditions ordinaires de l'existence. Ce sont elles, en effet, qui nous transmettent la voix, les bruits extérieurs, etc. Ce n'est, au contraire, qu'exceptionnellement que nous avons recours à la voie solide. Il faut pour l'utiliser un acte de notre volonté et se placer dans des conditions spéciales. C'est par elles, par exemple, que nous entendons lorsque nous cherchons à reconnaître un pas lointain en appliquant notre oreille contre terre, ou bien encore que nous per-

cevons les bruits d'une montre appuyée sur la tempe, ou une partie quelconque du crâne.

D'autre part, tous les stéthoscopes peuvent se diviser, ainsi que l'a reconnu Scott Alison dès 1859, en deux grands groupes : ceux qui nous transmettent des ondes aériennes et ceux qui nous transmettent des ondes solides. C'est là, vous le voyez, une division complètement scientifique, et nous trouverons bientôt que la clinique ne fait que la confirmer.

Parmi les instruments du second groupe se placent d'abord tous les instruments pleins, en métal ou en bois, et pour ceux-ci, il ne saurait y avoir de doute. Mais de plus, fait qui pourrait étonner, il faut comprendre dans la même catégorie tous ceux qui, quoique creux, sont également en métal ou en bois. En effet, ainsi que je l'ai souvent démontré depuis 1872, et ainsi que l'ont bien établi Laboulbène, Ch. Gariel et C. Paul qui ne pouvaient connaître mes expériences, les stéthoscopes creux nous transmettent les bruits non par le canal intérieur, mais surtout par leur paroi[1]. Et ce qui le prouve, c'est que nous pouvons : 1° boucher ce canal avec du coton faiblement tassé, de manière à intercepter d'une manière complète les ondes aériennes, sans que l'auscultation perde beaucoup de sa netteté, et 2° que nous pouvons en même temps bourrer notre conduit auditif externe avec la même substance sans que les bruits deviennent beaucoup plus faibles. Ces deux petites expériences, qu'il est facile de répéter, ne laissent pas que de surprendre généralement tous ceux qui les font. Leur résultat est du reste très net et ne permet aucun doute sur ce point ; *que c'est surtout par la voie solide que ces instruments nous transmettent les bruits.*

La question de savoir s'il faut donner la préférence à un instrument plein ou creux perd donc, nous le voyons, beaucoup de son importance dès qu'il est en bois ou en métal. Nous allons voir au contraire qu'elle est capitale s'il s'agit d'un instrument sans rigidité, comme un tube de caoutchouc, par exemple.

La première catégorie de stéthoscopes, je l'ai dit, comprend ceux qui nous transmettent les bruits par des ondes aériennes. Or ces instruments sont tous ceux composés d'un tube élastique creux, le plus souvent en caoutchouc vulcanisé. Et ce qui nous prouve bien que ces tubes ne nous transmettent que des ondes aériennes, c'est que si nous les interceptons en mettant dans le tube le moindre nuage de coton, ou en pinçant le tube sur un point quelconque de son étendue, nous supprimons immédiatement toute transmission. Il en est de même si,

1. Pour Ch. Gariel, la transmission par la colonne d'air est négligeable, comparativement à celle qui a lieu par la partie solide. Je suis heureux de pouvoir me ranger à cet avis, surtout pour ce qui concerne des bruits du cœur. Pour Laboulbène, l'avantage resterait même en toutes circonstances aux stéthoscopes pleins.

au lieu de boucher le tube, nous plaçons le coton dans notre conduit auditif externe.

Ainsi ce même nuage de coton qui est sans action sur la transmission des bruits par le stéthoscope en bois creux, l'interrompt d'une manière complète dans ceux en caoutchouc. C'est donc là, nous le voyons, une expérience décisive. Elle établit une différence capitale entre ces deux catégories d'instruments, au moins au point de vue de l'acoustique. Nous saurons désormais que parmi tous ces instruments *les uns transmettent des ondes solides et les autres des ondes aériennes*.

Voyons maintenant quel profit peut en retirer la clinique.

Nous savons que les bruits dont s'occupe l'auscultation sont de trois ordres, et qu'on leur a donné les noms d'aériens, de liquidiens et de solidiens. Les bruits pulmonaires, et tout particulièrement le murmure vésiculaire, peuvent être considérés comme les types des premiers, et les bruits du cœur, des autres.

D'autre part, nous savons aussi que les ondes solides ne deviennent aériennes et réciproquement qu'en perdant de leur intensité[1]. Si, par exemple, nous transmettons d'abord un son par une tige métallique rigide et qu'ensuite nous divisions cette tige sur une partie de son parcours, et que nous interposions entre ses deux extrémités divisées une colonne d'air, l'intensité du bruit sera deux fois diminuée ; une première fois en passant de la tige métallique dans l'air et ensuite de l'air à l'autre partie de la tige métallique.

En appliquant ces principes d'acoustique à l'auscultation des bruits se passant dans notre organisme, la conclusion suivante s'impose donc : *que pour ne pas faire subir aux bruits que nous cherchons à apprécier une perte d'intensité due à leur transformation, il faut les recueillir avec des instruments les transmettant par les ondes de même nature.*

Il faudrait donc, d'après ces données scientifiques, ausculter les bruits aériens avec des stéthoscopes aériens, et les autres avec des stéthoscopes solides.

C'est là, je le répète, la conclusion à laquelle conduit l'acoustique. Or, je suis heureux de le dire, cette conclusion est pleinement confirmée par la clinique.

On ne peut apprécier le degré de souplesse, le moelleux du murmure vésiculaire normal, le type des bruits aériens, qu'après l'avoir entendu avec un stéthoscope tubulaire. On en est surpris les premières fois. Les instruments en bois ont les ondes plus rudes, plus dures, et peut-être nous font perdre la fin des bruits d'expiration et d'inspiration. Au contraire, les bruits du cœur, auscultés par les tubes flexibles, perdent

1. Les ondes sonores des corps solides se transmettent avec plus de force à d'autres corps solides mis en communication avec eux qu'à l'eau, mais la transmission des ondes a bien plus d'intensité quand elle s'opère des solides à l'eau que quand elle s'opère des corps solides à l'air.

beaucoup de leur intensité, à ce point que parfois elle est insuffisante. Il en est ainsi, par exemple, le plus souvent pour les bruits du cœur du fœtus[1].

Dans les deux cas que je viens de citer, les différences sont des plus tranchées et faciles à saisir. Dans un certain nombre d'autres, les bruits n'étant franchement ni aériens, ni solidiens, la différence est moindre, mais il arrivera encore souvent que les faits justifieront cette loi.

On ne saurait donc donner d'une manière exclusive la préférence ni aux instruments creux, ni aux pleins. Chacun d'eux trouve sa supériorité dans un cas donné, supériorité qui, du reste, est expliquée par la science. Le médecin soucieux de conformer sa pratique aux indications de la science devra donc être muni de deux instruments s'adressant chacun à une des deux catégories de bruits. Mais, c'est là, je m'empresse de l'avouer, une conclusion dans toute sa rigueur scientifique, et je pense que la pratique, sans trop perdre de sa précision, peut y apporter quelque tempérament.

Tout en se rappelant les lois qui précèdent, pour les utiliser dans les cas difficultueux, je pense que le stéthoscope en bois creux qui est dans les mains de la plupart des praticiens, le plus souvent peut suffire[2].

Ici s'arrête ce que j'avais à dire sur les données scientifiques qui doivent présider au choix d'un stéthoscope, et il ne me resterait donc qu'à conclure. Mais pour donner plus de clarté à la première partie de ma communication, je l'ai débarrassée de certaines considérations touchant quelques-uns des instruments dont je m'occupe, et je ne veux pas cependant me retirer sans vous en parler.

Le premier point a trait à *l'auscultation immédiate.*

Comment devons-nous la considérer? Devons-nous l'assimiler aux stéthoscopes solides ou bien aux aériens?

Dans l'auscultation immédiate, nous entendons surtout par les ondes solides, et ici encore la preuve s'acquiert facilement. On peut en effet se bourrer le conduit auditif externe de coton, et nous entendrons tout

1. L'avantage des stéthoscopes aériens pour l'auscultation des bruits aériens et la perte que subissent les bruits en général dans leur transformation, reçoivent une nouvelle démonstration dans le fait d'observation suivant.

Dans l'auscultation des bruits aériens, les espaces intercostaux tendus opèrent comme des membranes interposées à des ondes aériennes et qui ne leur font rien perdre de leur intensité.

Les arcs costaux au contraire, trop volumineux pour vibrer comme des membranes, transforment les ondes aériennes en ondes solides.

Aussi quand on se sert d'un instrument tubulaire trouve-t-on un avantage marqué à ausculter les bruits aériens dans les espaces. Les bruits sont mieux entendus dans un espace que sur les deux arcs costaux qu'il sépare. La différence, je le repète, est très sensible.

Par contre, lorsqu'on ausculte un bruit solidien avec un instrument plein, quoique moins marquée, on constate une différence en faveur des arcs costaux.

2. Je pense d'autant plus qu'il peut suffire que nous avons vu que si cet instrument transmet les bruits surtout par la voie solide, il donne aussi passage par son tube creux à des ondes aériennes. L'instrument est donc *mixte,* et c'est peut-être pourquoi la pratique a fini par lui donner la préférence depuis plus de 60 ans, préférence qu'aucun autre instrument n'a pu lui disputer.

aussi bien. Cette transmission des ondes sonores par la voie solide dans l'auscultation immédiate nous rend compte d'un fait assez curieux : quelques médecins atteints de surdité auscultent cependant fort bien.

C'est que, vous le savez, tous ceux qui sont insensibles aux ondes aériennes ne le sont pas aux ondes solides, et tous les jours nous voyons des malades qui, complètement sourds à la parole, entendent cependant la montre appliquée sur le crâne. La voie aériennne est supprimée, mais la voie solide subsiste. Or, les médecins, dans ce cas, à la condition d'avoir recours à l'auscultation immédiate, c'est-à-dire d'avoir recours à la voie solide, peuvent avoir une notion très exacte des bruits, et faire même, quoique sourds, une excellente auscultation.

Stéthoscopes à renforcement. Un certain nombre de praticiens voyant la difficulté de l'auscultation dans la *faiblesse des bruits* ont cherché à les renforcer. Le procédé a été différent. Les uns ont interposé des membranes, d'autres ont construit leur instrument en un métal vibrant, d'autres, et ce sont les plus nombreux, ont placé sur le parcours de la colonne aérienne un renflement devenant ainsi une caisse de résonance. Enfin, depuis quelques années, le téléphone et le microphone ont été appliqués à la stéthoscopie, et après quelques essais peu satisfaisants, M. Boudet de Pâris est arrivé à un instrument des plus ingénieux qui déjà peut rendre de véritables services. Mais, avouons-le, ces services jusqu'à présent s'adressent plutôt à la science pure qu'à la clinique. Aussi, comme je n'agite qu'une question pratique, et quoique je sois convaincu de son utilité à venir, je demande à ne pas comprendre ces instruments dans le jugement que je vais porter sur ceux qui les ont précédés. Quant aux autres, je ne veux pas en discuter les procédés ; je combats l'idée elle-même, son application générale. Je ne crois pas qu'il y ait avantage à renforcer les bruits. Les cas les plus difficiles de l'auscultation, en effet, se trouvent dans l'examen du cœur. Or, dans ces cas, la difficulté vient-elle de la faiblesse des bruits, de leur peu d'intensité ? Je ne le crois pas. Elle vient surtout de la précipitation de ces bruits, de leur rapprochement, et par conséquent de l'intervalle trop court qu'ils laissent entre eux et qui gêne leur dissociation.

Or, quel que soit le procédé de renforcement, le résultat n'est obtenu qu'en prolongeant en même temps le bruit, et par conséquent en rendant encore plus court l'intervalle qui les sépare. La difficulté est donc plutôt augmentée.

Est-ce à dire cependant que ces instruments ne trouveront jamais leur utilité ? Non, mais je crois que ces cas sont rares ; leur avantage pourra pourtant se révéler lorsque la difficulté est tout entière dans la faiblesse du bruit, et qu'on peut la prolonger sans inconvénient. Telle est, par exemple, l'auscultation du fœtus dans les premiers mois pen-

dant lesquels les bruits du cœur sont entendus. Il est évident qu'un instrument de renforcement pourra, dans les cas douteux, rendre de véritables services.

Stéthoscope bi-auriculaire. A côté des instruments à renforcement se place tout naturellement le sthéthoscope bi-auriculaire. De tous les instruments à renforcement, en effet, il n'en est pas qui atteignent ce résultat mieux que lui. Nous trouvons surtout ici celui de C. Paul, et celui qui me sert depuis 1875, et que j'ai présenté à la Société clinique des hôpitaux de Paris en 1880[1].

J'estime qu'il faut multiplier par quatre le bruit entendu par les deux oreilles à la fois. Je ne connais pas d'instrument à renforcement dont les bruits soient augmentés même de la moitié. Et de plus, les stéthoscopes bi-auriculaires n'ont pas l'inconvénient des instruments à renforcement : les bruits sont augmentés sans être prolongés. C'est sûrement ceux auxquels il faut donner la préférence toutes les fois qu'il s'agit d'entendre des bruits réellement faibles[2].

J'ajoute que le stéthoscope bi-auriculaire est véritablement l'instrument d'instruction, d'éducation médicale. De ses deux extrémités, l'une, en effet, peut être prise par un élève pendant que le maître garde l'autre, et indiquer à un moment donné le fait particulier sur lequel il veut appeler l'attention. C'est le seul instrument qui permette l'auscultation simultanée[3].

Stéthoscope bigémellaire. En renversant le stéthoscope bi-auriculaire et en mettant deux collecteurs, on obtient un instrument que j'ai présenté dès 1872 à la clinique d'accouchement de Paris et auquel je donnai le nom de bigémellaire.

Le but de cet instrument était de constater les grossesses gémellaires. Il était basé sur ce fait que lorsque deux fœtus existent, ils n'ont jamais le même nombre de pulsations, et que par conséquent les bruits entendus dans les deux foyers ne sont pas synchrones.

Cela étant, il est évident que si les bruits des deux foyers entendus simultanément se confondent, on peut en conclure que les bruits appartiennent au même fœtus et qu'il est seul. Si, au contraire, les bruits chevauchent, on pourra sûrement conclure qu'ils partent de deux cœurs différents et que la grossesse est double.

Mais, je l'ai dit déjà, les stéthoscopes aériens font subir aux bruits solidiens une perte considérable, et des bruits du cœur qui s'entendent facilement avec un instrument en bois ne peuvent être perçus avec le

1. Séance du 22 juillet 1880.
2. Celui de C. Paul est plus compliqué, mais c'est lui qui donne l'intensité la plus grande.
3. Le mérite d'avoir eu le premier l'idée de ces instruments revient à Landouzy père ; mais son instrument étant en bois et par conséquent incommode, fut bientôt abandonné.

tube. Ce ne sera donc que lorsque les bruits du cœur du fœtus seront déjà assez intenses que l'on pourra réellement utiliser cet instrument.

Cependant, comme ce n'est guère qu'à l'approche de l'accouchement qu'il importe réellement au médecin de connaître les grossesses gémellaires, je crois qu'il est encore appelé à rendre des services.

Dans ces derniers temps, pour augmenter l'intensité des bruits, j'ai rendu le stéthoscope bigémellaire en même temps bi-auriculaire. Le même instrument, on le comprend, qu'il soit mono ou bi-auriculaire, peut servir également à l'auscultation différentielle. Chacun des deux collecteurs peut être placé sur deux points différents, deux foyers du cœur, par exemple, ou même sur deux personnes différentes.

Dans ces deux cas, comme il s'agit le plus souvent de différencier des bruits, je pense qu'il est préférable, comme l'avait proposé Alison, de se servir de deux tubes séparés. On peut aussi savoir quelle est l'origine du bruit qui arrive à chaque oreille. Avec le stéthoscope bi-auriculaire, au contraire, les deux bruits arriveront confondus et nous ne pourrons distinguer quel est le point de leur production.

Commodités. Enfin, Messieurs, à côté des questions scientifiques s'en placent souvent d'autres d'un ordre moins élevé, mais qui parfois finissent par dominer dans la pratique. Après s'être demandé quel est le meilleur stéthoscope au point de vue scientifique, et tout en le sachant, de nombreux praticiens finiront par prendre le plus commode. Et disons-le tout de suite, c'est justement ce qui a fait le succès de l'auscultation immédiate : on a toujours ainsi son instrument avec soi.

Dans un hôpital, dans un cabinet de consultations, on peut avoir plusieurs instruments, on doit même les avoir d'après ce qui précède, et je suis convaincu que les occasions de profiter des avantages de chacun d'eux ne manqueront pas aux praticiens. Mais il en est autrement dans les visites à domicile. Là, il est indispensable de se limiter à un seul instrument. Or, tous ceux qui sont en bois ou en corne, même ceux qui sont divisés en deux parties, sont incommodes. Aussi, depuis quelques années, les ai-je remplacés par un instrument qui se compose simplement de $0^{m},50$ de feuille anglaise et d'un collecteur en bois. L'instrument tout entier peut se mettre dans la poche d'un gilet.

Son principal avantage, celui qui est indiscutable, est d'être plus portatif que les autres. Mais de plus, du reste comme tous les instruments tubulaires, il permet : 1° de surveiller le point que l'on ausculte et d'éviter ainsi des pressions douloureuses ; 2° d'ausculter des points difficilement accesssibles avec les autres instruments, tels que le creux de l'aisselle, l'aine, etc. ; 3° de ne pas trop nous abaisser quand nous auscultons un malade couché sur un lit un peu bas ; 4° d'atteindre un

malade plus facilement quand il est couché dans un grand lit ou qu'il est dans une alcôve que le lit occupe en entier ; 5° de nous tenir encore plus à l'écart qu'avec les autres instruments quand nous avons affaire à un malade souillé ou ayant de l'odeur ; 6° enfin, et c'est là un de ses avantages les plus précieux, de pouvoir ausculter les malades sans presque les déplacer et en les laissant dans un décubitus dorsal à peu près complet. On voit quels services il peut rendre dans certains cas d'obésité, d'ascite, ou certaines fièvres graves dans lesquelles tout déplacement des malades est non seulement pénible, mais peut même provoquer des syncopes. La seule précaution à prendre est que le tube ne touche aucun point de la literie.

Ce sont là, on en conviendra, des avantages suffisants pour recommander cet instrument aux praticiens. Quant à sa valeur réelle, je m'en suis déjà expliqué. J'ai dit que, très suffisant pour les affections de la poitrine en général, il était inférieur aux instruments solides pour les affections du cœur, encore plus inférieur quand il s'agit de l'auscultation du fœtus. Mais les occasions d'ausculter un fœtus sont relativement rares, et rares aussi sont les cas d'affections du cœur dans lesquelles il sera insuffisant.

On peut donc dire qu'il suffira dans la grande majorité des cas, et cela étant accepté, il me semble difficile que sa grande commodité, jointe aux avantages pratiques réels qu'il a sur les autres, ne lui fasse pas donner la préférence.

Je résume donc ma communication par les propositions suivantes :

1° Au point de vue de l'acoustique, les stéthoscopes se divisent en deux catégories : ceux qui transmettent les bruits par les ondes solides et ceux qui les transmettent par les ondes aériennes ;

2° Les stéthoscopes en bois, en corne et en métal, qu'ils soient pleins ou creux, appartiennent à la première, et, seuls les instruments en caoutchouc flexible forment la seconde ;

3° Les bruits qui intéressent l'auscultation étant eux-mêmes aériens, liquidiens ou solidiens (ces deux derniers ne forment qu'une catégorie), et les ondes sonores perdant de leur intensité en passant d'un milieu dans un autre, l'acoustique conduit à adopter les stéthoscopes aériens pour les bruits aériens, et les stéthoscopes solides pour les autres bruits ;

4° Les inductions de l'acoustique sont confirmées par l'expérience clinique. Les stéthoscopes tubulaires sont préférables en général pour l'auscultation du poumon, et les solides pour les bruits du cœur ;

5° L'auscultation immédiate doit prendre place à côté des instruments solides ;

6° Ce sont là des lois générales dont il faudra tenir compte, surtout

dans les cas difficiles. Dans la majorité des cas, l'instrument en bois creux, qui est le plus répandu, suffit ;

7° Les instruments à renforcement qui en même temps prolongent les bruits, sont souvent plus nuisibles qu'utiles ; ils peuvent cependant dans certains cas rendre des services ;

8° Mais dans ces cas, je pense qu'il est préférable de s'adresser aux instruments bi-auriculaires, qui renforcent les bruits beaucoup plus que les autres, et qui ne les prolongent pas ;

9° Les instruments bi-auriculaires sont les seuls qui puissent servir pour les auscultations simultanées et différentielles. Ne serait-ce donc que dans ces deux buts, ils devraient rester dans la pratique ;

10° J'écarte de mes conclusions les stéthoscopes micro-téléphoniques ;

11° Les stéthoscopes bigémellaires peuvent rendre des services à la fin de la grossesse ;

12° Dans la clientèle en ville, comme commodité et avantages pratiques, tout en reconnaissant son infériorité dans l'auscultation du fœtus et les affections du cœur, je donne la préférence au stéthoscope tubulaire, composé simplement de 0m,50 de feuille anglaise et d'un collecteur en bois de trois centimètres de hauteur sur trois de largeur.

M. le Dr TISON

Médecin en chef de l'hôpital Saint-Joseph, à Paris.

SUR LA GYMNASTIQUE MÉCANIQUE SUÉDOISE

— *Séance du 16 août 1886.* —

Me trouvant il y a quelques jours à Baden-Baden, j'ai pris plaisir à examiner, dans tous ses détails, la salle de gymnastique installée par le docteur Heiligenthal, dans le célèbre établissement thermal appelé Friedrichsbad. Cette gymnastique a ceci de particulier qu'elle se pratique à l'aide de machines. La moitié droite de la salle est occupée par les appareils que le patient met lui-même en mouvement en leur imprimant la force nécessaire à l'aide de ses muscles. Dans la moitié gauche se trouvent les machines mises en mouvement par un moteur, qui peut être, suivant les cas et les diverses circonstances, la vapeur, le gaz, l'eau, etc. Ce moteur est donc étranger à l'organisme du malade.

C'est ainsi que celui-ci, dans cette sorte de gymnastique mécanique, est tantôt actif, tantôt passif.

L'inventeur de ces machines aussi précises qu'élégantes est le docteur Zander (de Stockholm). On en fait usage à Baden-Baden depuis deux ans. Chaque machine étant destinée à n'importe quel individu, quels que soient son sexe, sa force, sa taille, sa constitution, sa musculature, M. Zander les a pourvus de sièges et autres organes susceptibles de se lever, de s'abaisser, de se rapprocher, de s'éloigner, etc. La force nécessaire à la mise en mouvement est réglée par un levier gradué le long duquel peut glisser un poids fixe. C'est le principe de la balance romaine et des bascules perfectionnées qu'on emploie maintenant dans l'industrie, notamment dans les gares de chemin de fer. Grâce à ce mécanisme fort simple, on peut réduire l'effort à une quantité aussi minime que possible, et, d'autre part, le médecin peut, après une première expérience, indiquer le nombre de kilogrammes à employer. Il n'a plus alors qu'à faire varier le chiffre, suivant les résultats obtenus et à l'indiquer sur son ordonnance. Ce chiffre suffit aux employés pour faire exécuter scrupuleusement la prescription.

Les machines que le malade met lui-même en mouvement sont très nombreuses. Celles destinées aux mouvements actifs des membres supérieurs comprennent les mouvements d'élévation et d'abaissement, les mouvements d'abduction et d'adduction, les mouvements de pronation et de supination, la rotation de l'articulation scapulo-humérale, etc., etc. Il existe également des appareils pour tous les mouvements des membres inférieurs et du tronc. Il faut mentionner tout particulièrement ceux qui déterminent le balancement du tronc dans diverses directions et diverses positions.

Plusieurs des machines mues par un moteur étranger à l'organisme sont analogues aux précédentes et font exécuter les mêmes mouvements. On voit tout le parti qu'il est possible d'en tirer dans les cas de paralysie et de parésie où le malade ne peut exécuter lui-même les mouvements nécessaires à la nutrition des muscles et susceptibles d'empêcher leur atrophie ou leur dégénérescence. Il vaut mieux insister sur les machines à l'aide desquelles on pratique les secousses, le martellement, le massage et les frictions, qui, si elles ne peuvent pas absolument remplacer le massage à la main, ne rendent pas moins de très grands services. Ces machines, dont la force se règle avec la plus grande facilité, déterminent un véritable pétrissage des chairs qui s'exécute très facilement sur les membres supérieurs et inférieurs. Pour le tronc, on emploie surtout les mouvements de martellement et de friction. Au reste, ces machines sont tellement variées qu'il n'y a pour ainsi dire pas un seul muscle de l'économie qu'elles ne puis-

sent faire agir. Il en existe une adaptée spécialement au massage des hémorrhoïdaires.

Plusieurs de ces machines sont pour ainsi dire jumelles ; elles pourraient paraître identiques à un observateur superficiel. Ainsi, pour les mouvements d'abduction et d'adduction des membres supérieurs, il y a deux machines pareilles à première vue ; seulement dans l'une l'effort se fait pendant l'abduction, dans l'autre, pendant l'adduction.

Que les mouvements soient actifs ou passifs, ils doivent toujours être exécutés, à moins de circonstances spéciales, avec une très grande lenteur et se combiner avec les mouvements respiratoires : expirer pendant l'effort, inspirer pendant le repos. Ces machines présentent encore cet autre avantage, celui de faire exécuter presque tous les mouvements dans la position assise ou couchée. De la sorte, le malade n'a pas à supporter le poids de son corps et peut, quoique réduit à une grande faiblesse, exécuter des mouvements qui, tout d'abord, lui paraissaient impossibles. On arrive aussi, par ce moyen, à faire travailler uniquement le groupe de muscles que l'on désire.

Cette gymnastique à l'aide des machines suédoises donne d'excellents résultats dans la plupart des maladies de cœur, la goutte, le rhumatisme, les paralysies, l'obésité, etc. M. Heiligenthal a eu la bonté de me montrer quelques cardiaques chez lesquels il avait obtenu d'excellents résultats à l'aide de ce procédé.

La gymnastique mécanique suédoise commence à être en faveur en Allemagne. Une installation semblable à celle de Friedrichsbad existe à Hambourg, de sorte que les malades peuvent continuer à Baden-Baden une cure commencée dans la première ville et réciproquement. Pourquoi cette thérapeutique n'a-t-elle pas pris pied en France où elle a cependant figuré à l'Exposition universelle de l'année 1867 et bien qu'elle ait été installée, il y a quelques années, à Paris, dans un établissement qui n'est resté ouvert que quelques mois. Il me semble que de nouveaux essais devraient être tentés dans notre pays, surtout dans quelques-unes de nos grandes stations thermales : Aix et Vichy, par exemple. A Aix, cette gymnastique serait un très utile complément au massage sous l'eau si habilement et si efficacement exécuté par les employés de ce vaste établissement qui n'aurait alors plus rien à envier à ceux de nos voisins. A Vichy, les diabétiques et les goutteux retireraient un grand bénéfice de cet exercice complémentaire de la cure thermale. La gymnastique suédoise n'est pas installée de manière à fonctionner sous la douche comme pour le massage à la main.

MM. BOURRU et BUROT

Professeurs à l'École de médecine de Rochefort.

LES VARIATIONS DE LA PERSONNALITE

— *Séance du 18 août 1886.* —

On se rappelle l'intérêt scientifique soulevé, il y a plusieurs années, par l'histoire de *Félida,* racontée par M. Azam, de Bordeaux. Il s'agissait d'un cas de double conscience ou de double personnalité, le sujet ayant deux périodes très distinctes dans sa vie et passant alternativement et spontanément de l'une à l'autre. C'était une transformation spontanée de la personnalité, au caprice de la maladie ; on peut même dire que c'étaient des crises de somnambulisme accompagnées, au réveil, de l'amnésie de tout ce qui s'était passé durant cette crise. Des faits d'un autre genre nous ont été révélés par l'étude attentive d'un sujet hystéro-épileptique. Il s'agit, dans cette observation nouvelle, d'une transformation pour ainsi dire mathématique, toujours la même pour le même agent physique et le même point d'application. Un barreau d'acier aimanté appliqué sur le bras, les jambes, la tête en avant ou en arrière, va faire surgir un personnage nouveau pour les aptitudes physiques et intellectuelles.

L'histoire du sujet qui a présenté ces phénomènes si singuliers est déjà connue dans la science. M. Camuset l'a racontée le premier et après lui, M. Ribot, M. Legrand du Saulle, M. P. Richer en ont parlé. M. J. Voisin, plus récemment, a fait connaître certains faits intéressants sur ce malade qu'il a observé à Bicêtre pendant deux années[1].

V... Louis, est un jeune homme de vingt-deux ans, engagé par accident dans l'infanterie de marine et soigné comme soldat dans le service de la clinique médicale de Rochefort.

Né à Paris de mère hystérique et de père inconnu, il a passé une partie de son enfance à Luysan, près Chartres ; sa mère le maltraitait et il était devenu vagabond. Vers l'âge de neuf ans, il est condamné pour vol à la détention dans une maison de correction et envoyé, le 27 septembre 1873, à la colonie de Saint-Urbain (Haute-Marne), où il reste jusqu'au 22 mars 1880. Occupé plusieurs années de travaux

1. Un de nos élèves, le docteur Berjon, a raconté l'histoire de V... dans sa thèse inaugurale : *La grande Hystérie chez l'homme.* Paris, 1886.

agricoles, il reçoit en même temps l'instruction primaire dont il profite très bien, car il est docile et intelligent.

Un jour, comme il ramassait des sarments, une vipère s'enroule autour de son bras gauche ; la frayeur le jette dans une série d'attaques convulsives d'hystérie à la suite desquelles il est paralysé des deux jambes. Il est alors dirigé sur l'asile de Bonneval (Eure-et-Loir); il reste encore paralysé des jambes plusieurs mois, et pendant ce temps, on lui fait apprendre le métier de tailleur. Un jour, il est pris d'une crise qui dure 50 heures, à la suite de laquelle il n'est plus paralysé; il se lève, s'habille tout seul et, chose étrange, il ne reconnaît pas l'endroit où il se trouve ; il se croit à Saint-Urbain et ne sait pas coudre. C'est le cas de double conscience signalé par M. Camuset.

Arrivé à Bonneval au mois de mars 1880, il en sort au mois de juin 1881, à l'âge de 18 ans. Il passe quelque temps à Chartres chez sa mère, puis on l'envoie à Mâcon; il tombe malade et il est dirigé sur l'asile de Bourg, où il reste dix-huit mois, du 9 septembre 1881 au 28 avril 1883, observé et traité par M. Lacuire. Arrivé à Paris, on ne sait encore comment, il entre à Bicêtre le 31 août 1883; il reste plus de deux ans dans le service de M. J. Voisin, qui constate aussi une alternance spontanée de la personnalité analogue à celle qui avait été observée à Bonneval. Il s'échappe de Bicêtre le 2 janvier 1885, se fait engager dans l'infanterie de marine et arrive à Rochefort. Le 27 mars 1885, il entre à l'hôpital en observation et, dès son entrée, il est pris d'une série de crises d'hystéro-épilepsie à la suite desquelles il est paralysé et insensible de toute la moitié droite du corps.

Dans ce premier état, tel qu'il nous a apparu dès que nous avons pu l'examiner, ce sujet est complètement paralysé de la jambe droite ; il peut cependant marcher en traînant cette jambe; le bras est absolument inerte, sans contracture. La force musculaire est de zéro à droite et de 36 kilogr. à gauche. La perte de sensibilité est absolue de tout le côté droit et nettement limitée à la ligne médiane du corps.

V... est bavard, violent, arrogant dans sa physionomie et son attitude; son langage est correct, mais grossier; il tutoie tout le monde. La parole est embarrassée, la prononciation défectueuse ne permet guère d'entendre que la terminaison des mots. Il sait lire, mais ce vice de prononciation rend inintelligible la lecture à haute voix. Il ne peut écrire, la main droite étant paralysée. La mémoire, très précise sur les moindres détails actuels ou récents, est très bornée dans le temps. Impossible de reporter son souvenir au delà de sa présence actuelle à Rochefort et de la dernière partie de son séjour à Bicêtre au service de M. J. Voisin. Toutefois, il a conservé la mémoire de la deuxième partie de son séjour à Bonneval, alors qu'il travaillait au jardinage. Entre Bon-

neval et Bicêtre, s'étend une grande lacune de la mémoire. D'autre part, sa naissance, son enfance, son séjour à Saint-Urbain, le métier de tailleur qu'il a appris à son arrivée à Bonneval, lui sont complètement étrangers.

On voit que dans cet état de paralysie droite qu'il a présenté quelques jours après son arrivée à l'hôpital, il ne connaît de sa vie que la deuxième partie de son séjour à Bonneval et à Bicêtre, et son séjour actuel à Rochefort.

En présence de cette paralysie dont la nature hystérique n'était pas douteuse, le premier soin qui s'imposait était d'essayer l'action des métaux et de l'aimant. On applique sur le bras droit paralysé un barreau d'acier et le changement se produit. Mouvements, sensibilité dans ses divers modes, tout a passé de gauche à droite, avec la symétrie ordinaire; mais, en plus, il existe une paralysie de la face. La force musculaire est de zéro à gauche et de 36 kilogr. à droite. En même temps, une autre transformation s'est produite, bien plus surprenante. Tout d'un coup, les goûts du sujet se sont complètement modifiés, le caractère, le langage, la physionomie, tout est nouveau. Il est réservé dans sa tenue, la physionomie est douce, le langage est correct et poli. Il se montre respectueux et discipliné, la parole est aisée, la prononciation d'une netteté remarquable. Il lit parfaitement bien et écrit passablement. Ce n'est plus le même personnage. Mieux encore ! il ne reconnaît plus les lieux où il se trouve, les personnes qui l'entourent. Il se croit à Bicêtre (salle Cabanis, nº 11), le 2 janvier 1884; il est âgé de vingt et un ans. Il a vu hier M. Voisin, il attend sa visite. Il ignore complètement tous les événements qui se sont passés depuis le 2 janvier 1884; il ne sait où il se trouve, n'est jamais venu à Rochefort, n'a jamais entendu parler de l'infanterie de marine ni de la guerre du Tong-Kin. En évoquant ses souvenirs antérieurs, il raconte qu'avant d'entrer à Bicêtre il se trouvait à Sainte-Anne. Il croit être entré tout enfant à cet asile. Il ne voit rien au delà.

L'application sur le bras droit, soit d'un aimant sans prolonger le contact, soit d'un flacon de chlorure d'or ou de nitrate acide de mercure, détermine un *troisième état* sensiblement analogue au précédent. Le transfert opéré, l'état est exactement symétrique de l'état ordinaire pour le mouvement et pour la sensibilité ; pas de paralysie de la face. Le malade se réveille à l'asile Saint-Georges de Bourg en août 1882; il a dix-neuf ans. Le caractère, les facultés affectives, le langage, la physionomie, les goûts sont semblables au *deuxième état*. Quant à la mémoire, elle se trouve bornée à une époque antérieure. Il vient de Chartres chez sa mère, d'où il est parti pour Mâcon, chez un vigneron où il était employé à la culture.

Tombé malade à plusieurs reprises, il a été soigné à l'hôpital de Mâcon, puis à l'asile de Bourg, où il se trouve. Au point de vue des événements contemporains, il sait que la France est en guerre avec la Tunisie (août 1882). Tout ce qui précède, tout ce qui suit cette courte période de sa vie lui est totalement étranger.

Un *quatrième état* est obtenu par l'application de l'aimant sur la nuque. La paralysie des deux jambes est complète avec contracture en extension. La perte de sensibilité est étendue sur toute la partie inférieure du corps. Toute la partie supérieure jouit de la sensibilité et du mouvement. La force musculaire est sensiblement égale dans les deux membres, l'essai dynamométrique donne à droite 21 et à gauche 25 kil. La physionomie est triste, les yeux sont baissés, il n'ose regarder autour de lui; il est poli et même timide. La prononciation est nette, mais son langage est incorrect, impersonnel et enfantin. Il ne sait plus lire, ni écrire, ni compter, il épelle les lettres capitales. Il se trouve à Bonneval, il vient de voir M. Cortyl, M. Camuset et autres de cet asile. Son occupation ordinaire est le travail à l'atelier des tailleurs; il coud en homme habitué. Il ne sait pas bien son âge, son intelligence est très obtuse, sa mémoire confuse ne sait rien des personnages ni des événements de cette époque. Il ne connaît que deux endroits : Bonneval où il croit être et Saint-Urbain d'où il vient, où il était, dit-il, paralysé, couché. Toute la partie antérieure de sa vie, de sa naissance à l'accident de la vipère qui a causé sa maladie, tout ce qui a suivi l'attaque et le changement spontané d'état à Bonneval lui sont absolument inconnus. Il ne reconnaît point le lieu où il se trouve et n'a jamais vu ceux qui l'entourent. Il ne connaît pas Victor Hugo, n'en a jamais entendu parler. Il n'a aucune notion de Chartres, de Mâcon, de Bourg, de Bicêtre et de Rochefort. Cet état de la conscience correspond donc exactement à la période assez limitée de son existence pendant laquelle il a été paralysé des deux jambes.

Ces changements sont déjà bien saisissants, puisque la conscience se modifie d'une façon absolue au gré de l'expérimentateur; mais dans les états précédents, il ne se produit qu'un simple déplacement de la paralysie coïncidant avec une mémoire partielle. Espérant alors rendre à notre sujet l'activité de son cerveau tout entier, nous avons cherché à faire disparaître toute paralysie.

Après quelques tentatives infructueuses par des procédés variés, nous essayons le bain électrique et le succès est complet. Toute paralysie du mouvement et de la sensibilité dans tous ses modes s'évanouit subitement, en même temps que la mémoire se transporte à une époque plus reculée de la vie et dont le sujet n'a pas conscience à son état ordinaire; V... se réveille à Saint-Urbain le 22 mars 1877, il n'a que qua-

torze ans, il jouit de toutes ses facultés, il ne se rappelle pas avoir été malade; sa voix, son attitude, sa physionomie sont celles d'un enfant convenable; il raconte l'histoire de son enfance, ses occupations ordinaires à la colonie agricole; tout ce qui suit la date où il se trouve reporté lui est complètement étranger.

Dans cette dernière épreuve, un agent physique, l'électricité, a restitué au système nerveux l'intégrité de ses facultés motrices et sensibles, et du même coup a transporté la conscience à cette époque très éloignée de la vie où cette intégrité du mouvement et du sentiment n'avait encore été que peu atteinte par la maladie.

Un jour on lui fait prendre un bain dans une piscine avec l'idée d'étudier sur lui l'action de l'aimant et le phénomène de l'attraction. Le barreau aimanté appliqué au-dessus de la tête a déterminé le même changement d'état que l'électricité statique. Le malade est débarrassé en partie de toute paralysie, de tout trouble de sensibilité. La force musculaire est sensiblement égale à la main droite et à la main gauche; l'essai dynamométrique donne : main droite, 18 kilogr., main gauche, 20 kilogr. La sensibilité est normale à droite et à gauche. Il existe un peu de parésie et d'anesthésie de la jambe gauche. Il est remarquable d'adresse et d'agilité. Nous nous rappellerons toujours quand, pour la première fois, ce sujet paralytique, descendu péniblement et soutenu dans une piscine, tout d'un coup après l'application de l'aimant sur la tête, se lance à nager vigoureusement et des quatre membres, à grimper aux cordes à nœuds et à plonger habilement.

Ce spectacle, si surprenant qu'il soit, n'approche pas encore de la transformation qui s'opère dans le domaine de la conscience. Tout à l'heure bornée, l'intelligence s'ouvre; éteinte, l'imagination s'éclaire; les sentiments affectifs grossiers deviennent délicats, les goûts changent, le caractère devient docile, les expressions se perfectionnent, le langage est doux et poli, les gestes modérés, l'attitude réservée. Si on interroge ce personnage qui semble nouveau, on reconnaît le même qu'avant le changement, mais transporté de huit années en arrière. Le maréchal de Mac-Mahon est président de la République, Pie IX est pape. C'est un enfant bien portant au lieu d'être un jeune homme de huit ans plus âgé, profondément modifié par la maladie et par l'internement.

Timide comme un enfant, sa physionomie, son langage, son attitude concordent parfaitement. Il sait très bien lire et convenablement écrire. Il connaît toute son enfance, les mauvais traitements qu'il recevait à Luysan et sa vie de vagabond. Il se rappelle avoir été arrêté et condamné à l'internement dans une maison de correction. Il est à la colonie pénitentiaire de Saint-Urbain que dirige M. Pasquier. Il apprend à

lire à l'école du village. Il est employé aux travaux de l'agriculture. Il est à la Pointerie, où il se baigne tous les dimanches avec ses camarades. Son souvenir s'arrête exactement à l'accident de la vipère, dont l'évocation amène une crise terrible d'hystéro-épilepsie. Toute la période récente de sa vie a disparu tout à coup comme derrière un rideau rapidement tiré. Cet état plus complet que les autres était imparfait, puisqu'il ne donnait pas la personnalité entière. Il fallait encore chercher, mais ici plus de guide, le hasard seul pouvait être favorable.

Le fer doux appliqué sur la cuisse produit un transfert plus laborieux que le transfert ordinaire et s'accompagne de différentes phases de la crise, il imite la locomotive de la voix et du geste, le japement du chien, il présente des grands mouvements et des contorsions avec l'attitude de l'arc de cercle, enfin une chorée rhythmée de la tête et du cou sous forme de salutations.

Comme dans l'état précédent, le malade est débarrassé de tous les troubles du mouvement, mais la force musculaire est plus grande. Essai dynamométrique : main droite, 30 kilogr., main gauche, 32 kilogr. La sensibilité est normale au côté droit, mais le côté gauche est le siège d'une très vive sensibilité.

Ce n'est plus l'enfant timide de tout à l'heure, c'est un jeune homme convenable, ni pusillanime, ni arrogant. Le langage est correct, la prononciation nette. Il lit bien et écrit convenablement.

Il reprend conscience le 6 mars 1885, il a vingt-deux ans, et est soldat de l'infanterie de marine. Il connaît les événements contemporains, les personnages au pouvoir, mais Victor Hugo, grand poète, sénateur, est encore vivant[1].

Sa mémoire embrasse toute sa vie, à l'exception de plusieurs époques, dont une très importante, celle où il était paralysé des jambes à Saint-Urbain et à Bonneval. Aussi ne se rappelle-t-il point avoir jamais été tailleur et ne sait-il pas coudre.

Il se rappelle les principales phases de sa vie qu'il raconte en détail. Né à Paris, rue Jean-Bart, il a habité tout jeune Luysan, aux environs de Chartres, chez sa mère qui le maltraitait; il a été surtout élevé à Lève, chez une tante. Dans son bas âge, il errait et était vagabond. Il se rappelle avoir été soigné à l'hôpital de Chartres. Après sa condamnation, il a été envoyé chez M. Bonjean, où il n'est resté que quelques mois. Il est bientôt dirigé sur Saint-Urbain, où il arrive à l'âge de dix ans et demi. Là il travaillait la vigne et était très heureux. Il ignore l'accident de la vipère et ne sait pas comment il est parti de Saint-Urbain. Il se retrouve à Bonneval en septembre 1880; là, il prétend n'a-

1. Au moment où nous faisions ces expériences, le grand événement du jour était la mort de Victor Hugo.

voir jamais été employé qu'au jardinage; il n'a jamais fait le métier de tailleur. Il sort de Bonneval à 18 ans et va passer quelques mois chez sa mère. Il est envoyé aux environs de Mâcon; il tombe malade, est envoyé à l'hospice de Mâcon, puis est dirigé sur l'hospice de Bourg; là il a connu M. Lacuire. Plus tard, il se trouve à Paris. Il serait d'abord entré dans divers services, puis à Sainte-Anne. Enfin il est entré à Bicêtre, d'où il est sorti le 2 janvier dernier.

Il sait qu'il est à Rochefort depuis la fin de janvier 1885. Il s'est engagé soldat pour aller au Tong-Kin, mais cet engagement est un mystère pour lui. Pendant son séjour à la caserne, il n'a pas fait d'exercice et a commis plusieurs vols.

Ce qu'il y a de particulier dans ce *sixième état,* c'est que la disparition de toute paralysie a coïncidé avec la récupération presque complète de la mémoire.

Voilà donc six états bien différents obtenus, et c'est un point très important, par des agents physiques qui déterminent des modifications de la distribution de la sensibilité et de la motilité. En même temps que ces changements physiques, se produisent des transformations constantes de l'état de conscience, si constantes que pour faire apparaître à son gré tel ou tel état de conscience, il suffit à l'expérimentateur de provoquer, par l'application convenable, telle ou telle modification de la sensibilité, de la motilité. Et cet état de conscience est complet pour l'époque qu'il embrasse; il entraîne avec lui sa mémoire limitée, mémoire du temps, des lieux, des personnes, des connaissances acquises (lecture, écriture), des mouvements automatiques appris (art du tailleur), ses sentiments propres et leur expression par le langage, le geste, la physionomie. La concordance est parfaite.

Envisagés seuls, les changements subits de l'état physique sont déjà bien surprenants. Transporter, et mieux encore, faire disparaître et apparaître à son gré, sensibilité, motilité, anesthésie dans tout le corps ou dans une partie déterminée du corps, semble toucher au merveilleux. Ce changement si étonnant n'approche pas encore de la transformation qui s'opère simultanément et par le même agent dans le domaine de la conscience. Tout à l'heure le sujet ne connaissait qu'une partie limitée de son existence; après une application de l'aimant, il se trouve transporté à une autre période de sa vie, avec les goûts, les habitudes, les allures qu'il avait alors. Que le transfert soit bien conduit et on le débarrasse de toute infirmité du mouvement ou de la sensibilité; en même temps le cerveau se dégage presque en entier, le livre de la vie est complètement ouvert et on peut lire aisément dans tous les feuillets.

C'est ce livre que nous avons dû feuilleter pour connaître la vie de notre malade que nous ignorions absolument. Il y avait beaucoup de

pages arrachées, il fallait les reconstituer. Il a suffi d'appliquer un aimant sur les bras, sur le sommet de la tête, sur la nuque ou sur la cuisse pour faire apparaître tel ou tel état physique entraînant sa mémoire propre; mais dans aucune condition, il n'a été possible de faire apparaître la mémoire totale, parce que, dans aucun cas, l'absence de troubles physiques n'a été complète.

Il restait à faire l'épreuve complémentaire, agir directement sur l'état de conscience et constater si l'état physique se transformerait parallèlement. Pour agir sur l'état psychique, on n'avait d'autre moyen que la suggestion suivante : « V..., tu vas te réveiller à Bicêtre, salle Cabanis n° 11, le 2 janvier 1884. » V... obéit; au sortir du somnambulisme provoqué, l'intelligence, les facultés affectives sont exactement les mêmes que dans le *deuxième état*. En même temps, il se trouve paralysé et insensible de tout le côté gauche du corps. Dans une autre suggestion, on lui commande de se trouver à Bonneval, alors qu'il était tailleur. L'état mental obtenu est semblable à celui décrit au *quatrième état,* et simultanément est apparue la paralysie avec contracture et insensibilité des parties inférieures du corps.

La démonstration paraît donc complète : 1° en agissant sur l'état somatique par les moyens physiques, l'expérimentateur place le sujet dans l'état concordant de sa conscience; 2° en agissant sur l'état psychique, il fait apparaître l'état somatique concordant.

La loi qui se dégage est bien nette. Entre l'état somatique et l'état psychique, ou plus simplement entre l'état physique et l'état mental, il existe des relations précises, constantes et nécessaires, telles qu'il est impossible de modifier l'un sans modifier l'autre parallèlement.

Ce n'est pas tout encore. Les six personnalités qui viennent d'être décrites sont les seules qui aient été bien étudiées pendant le séjour de ce malade à l'hôpital de Rochefort. Elles sont suffisantes, sans doute, pour faire comprendre les diverses phases de la vie de ce sujet si remarquable et pour faire admettre la loi énoncée. Mais des études complémentaires ont été faites depuis que ce malade a été transféré à l'asile de Lafond (La Rochelle). M. le docteur Mabille a eu l'occasion de noter de nouveaux états de conscience et dans quelques cas d'observer un déroulement spontané des personnalités.

Les nouvelles transformations ont été analogues aux précédentes, c'est-à-dire qu'elles se sont toujours produites dans un parallélisme constant entre l'état physique et l'état de conscience.

Pour encore mieux démontrer la concordance fatale qui existe entre l'état psychique et l'état somatique, M. Mabille, à l'asile de Lafond, a eu l'idée ingénieuse d'expérimenter par une méthode différente.

Étant donnée la succession connue des états décrits ci-dessus que

nous avions découverts par les moyens indiqués, et profitant habilement de l'extrême hyperexcitabilité névro-musculaire du sujet, M. Mabile, par l'excitation directe des muscles et des tendons, provoque telle contracture systématique correspondant à un état déterminé. Ainsi, pressant les tendons des jambes, des genoux, il met en contracture les deux membres inférieurs, aussitôt les zones sensibles et anesthésiques changent leur distribution, la personnalité se transporte à l'époque de la vie où existait cette même contracture; la mémoire est limitée au temps qu'elle a duré; en un mot, tout est semblable à ce qui est décrit ci-dessus au cinquième état.

Par un procédé analogue, l'expérimentateur contracture la jambe droite seule, la personnalité se transporte à Bourg, tel que dans l'état que nous venons de décrire.

Nous avons donc agi tour à tour sur les fonctions de sensibilité, de mouvement et d'intelligence; nous avons poussé l'analyse aussi loin que possible; et toujours la modification d'une quelconque des trois fonctions nerveuses a entraîné la modification concordante des trois autres.

De cette étude plusieurs conclusions importantes nous paraissent découler.

La première est la complète indépendance des pages du livre de cette vie d'hystérique. Chaque page correspond à un état de conscience nouveau, mais privé du lien ordinaire des états de conscience successifs qui est la mémoire.

Chacune a sa mémoire propre, psychique et organique, mais cette mémoire commence avec la page et finit avec elle. La feuille tournée, une personnalité nouvelle apparaît. Dans cet organisme, l'unité et la continuité de la vie ne résident que dans la continuité des actes végétatifs seuls ininterrompus, tandis que des personnalités étrangères les unes aux autres se succèdent sur ce même substratum organique.

Le deuxième fait est la relation précise, constante et nécessaire qui lie étroitement les grandes fonctions du système nerveux de relation. Impossible de modifier la sensibilité sans entraîner la motricité, la conscience dans une modification concordante! Impossible d'agir sur la fonction motrice sans agir dans le même sens sur la sensibilité et la conscience! Impossible, enfin, de transporter la conscience sans qu'elle soit suivie d'un déplacement parallèle de la sensibilité et de la motricité!

C'est de la sorte que, par un quelconque des moyens indiqués, nous avons tourné à notre gré les pages du livre, et ce n'est pas un des faits les moins remarquables que de changer de fond en comble l'état psychique, le *mens,* par des moyens purement physiques, un métal, un aimant.

En présence de faits si étonnants, toute interprétation paraîtrait prématurée. Est-il possible d'expliquer tous ces phénomènes par un simple dédoublement des opérations cérébrales résultant du fonctionnement alternatif des hémisphères cérébraux? Ce n'est pas probable.

L'explication des faits d'amnésie par la constitution de deux mémoires, l'une normale anciennement organisée dans le cerveau, et l'autre partielle, temporaire, parasite, peut suffire pour le cas de double conscience, mais elle est impuissante dans le cas présent.

Ce sont des faits qu'il faut enregistrer soigneusement, méditer longtemps avant de les interpréter; mais il importe de faire remarquer qu'ils ont été contrôlés par de nombreux observateurs. Pour le moment, une conclusion bien nette se dégage, c'est la relation constante de l'état physique et de l'état psychique.

M. BERNHEIM

Professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

DE L'AMAUROSE HYSTÉRIQUE

— *Séance du 18 août 1886.* —

L'amaurose hystérique, comme toute l'hémianesthésie sensitivo-sensorielle des hystériques, est purement psychique; le sujet voit avec sa rétine; il voit avec son cerveau; la rétine reçoit l'impression; le centre cortical visuel la perçoit. Mais l'hystérique neutralise l'image inconsciemment avec son imagination; il ne voit pas avec les yeux de l'esprit (si je puis dire ainsi); il se fait une illusion négative (destructive) des impressions perçues.

Deux hystériques de mon service avaient une hémianesthésie sensitivo-sensorielle, et parmi les symptômes était une amaurose gauche complète.

Or, après avoir constaté que le sujet, l'œil droit fermé, ne voit rien de l'œil gauche, il est facile de s'assurer que cette cécité est purement psychique. A cet effet, je me sers de l'appareil imaginé par M. le D[r] Stoeber, qui est une modification de celui de Snellen, appareil qui sert à déjouer les amauroses simulées. Je mets à mes hystériques des lunettes qui ont un verre rouge et un verre vert et je leur fais lire sur un cadre six lettres imprimées sur des verres alternativement verts et

rouges. On sait que, si avec un verre rouge on en regarde un vert par transparence, on ne distingue rien, le vert et le rouge mélangés donnant du noir; et en effet, nos hystériques, lisant de l'œil droit seul (le gauche étant fermé) avec le verre rouge, ne voyaient que les lettres sur verre rouge et non les vertes; mais si on leur laisse les deux yeux ouverts, elles lisent couramment toutes les lettres sur verre rouge et sur verre vert; elles lisent celles qu'elles sont censées ne pas voir, et qu'elles voient, à leur insu, et d'une façon inconsciente.

On le démontre aussi à l'aide du prisme. Un prisme produit de la diplopie, *lorsqu'on regarde avec les deux yeux,* parce qu'une image est déviée. Les hystériques atteintes d'amaurose unilatérale ne devraient voir qu'une image; or, elles voient les deux; donc l'œil amaurotique voit à l'insu d'elles.

L'achromatopsie hystérique est toute aussi psychique que l'amaurose. M. Grenier dans sa thèse d'agrégation cite l'expérience suivante due à M. Parinaud. Une hystérique est achromatope; l'œil gauche voit tous les objets en gris. Un carton coloré en vert est vu vert par l'œil droit, et gris par l'œil gauche. Cela posé, si on place un prisme devant l'œil droit, le sujet, au lieu de voir une image verte et une image grise, voit deux images vertes. Si on place le prisme devant l'œil gauche, au lieu de voir une image grise et une image verte, il voit deux images grises.

L'auteur ne trouve aucune explication suffisante. Il s'agit là, évidemment, d'une autosuggestion inconsciente. Le sujet voyant à travers le prisme sur l'œil droit deux images vertes, cela semble prouver que celle de ces deux images fournies par l'œil gauche est verte (et non grise) à l'insu du sujet; si, à travers le prisme sur l'œil gauche, il voit les deux images grises, c'est parce qu'il croit que l'œil gauche voit en gris, parce qu'il a vu que le prisme dédouble, parce qu'il ne sait pas que l'une des images est fournie par l'autre œil, parce qu'il se suggère inconsciemment alors que l'œil gauche achromatope doit voir les deux images grises.

Chez une troisième hystérique de mon service, j'ai pu confirmer ce fait et cette explication. L'œil gauche était achromatope. Un objet rouge était vu en gris par cet œil, en rouge par l'œil droit. Cela posé, je lui fais voir l'objet à travers un prisme : elle voit que l'objet est double. Si, fermant l'œil achromatope, je place le prisme devant l'œil droit, elle ne voit qu'un seul objet rouge; cela est exact. Si, fermant l'œil droit, je fais voir un objet coloré en rouge ou en vert, elle le voit gris de l'œil gauche; si alors je place un prisme devant cet œil, au lieu de voir l'objet simple et gris, elle le voit double et avec *sa vraie couleur*. Le prisme a rendu la couleur réelle, il a effacé l'illusion en

troublant pour ainsi dire le jeu de l'imagination malade ; d'autre part, le sujet se suggère par un nouveau jeu de l'imagination, une image double. Ce sont donc bien des faits d'autosuggestion inconsciente. L'amaurose et l'achromatopsie d'origine hystérique n'existent pas en tant que troubles organiques, matériels; ce sont des illusions de l'esprit, ce sont des manifestations psychiques.

Les névropathologistes ont donné le nom de cécité psychique, cécité de l'âme à un symptôme caractérisé par la conservation de la vision avec perte de la mémoire visuelle; le sujet voit, mais ne sait ce qu'il voit; je crois qu'il est plus rationnel d'appeler ce symptôme *amnésie visuelle* et de réserver la dénomination de *cécité psychique* à la *cécité* par imagination, à la destruction des images par l'agent psychique; c'est celle que je viens de signaler chez les hystériques. J'ajoute que l'amaurose et l'achromatopsie suggérées dans l'état hypnotique sont de même nature et se comportent de la même façon. J'ajoute encore que chez nos trois hystériques l'hémianesthésie, l'amaurose, l'amblyopie disparurent instantanément pour ainsi dire par suggestion hypnotique.

Conclusion. — L'amaurose hystérique n'a aucune localisation anatomique; elle ne réside, ni dans la rétine, ni dans le nerf optique, ni dans le centre cortical visuel; elle est localisée uniquement dans l'imagination du sujet. Je pourrais démontrer facilement que toute l'hémianesthésie hystérique est un phénomène de même ordre, purement psychique.

M. de PEZZER

A Paris.

EMPLOI DE LA NAPHTALINE DANS LE TRAITEMENT DES MALADIES DES VOIES URINAIRES

— *Séance du 18 août 1886.* —

Cette substance a été employée en 1884 par Rossbach (d'Iéna) dans les diarrhées chroniques, afin de prévenir ou d'arrêter la putréfaction intestinale. Fischer avait déjà trouvé d'ailleurs que la naphtaline était le poison des champignons. En prescrivant des doses quotidiennes de 1^{gr},50, Rossbach avait vu les selles redevenir normales; il avait remarqué de plus que l'urine recueillie pour des examens restait longtemps sans se putréfier.

Partant de cette donnée, nous avons pensé qu'on pourrait adminis-

trer avec succès la naphtaline dans les maladies des voies urinaires accompagnées d'urines fétides ou de troubles de la miction, et les résultats obtenus ont été très encourageants avec des doses quotidiennes de 1 gramme à 1gr,50, en pilules de 25 centigrammes. Cette forme a l'inconvénient de donner une odeur désagréable de naphte, et des renvois analogues ; il conviendrait donc de faire prendre la naphtaline dans des capsules, comme nous l'avons fait chez quelques malades [1].

Les effets observés sur 15 malades, dont 6 du service de M. Guyon (hôpital Necker), 5 du service de M. Debove (hôpital Andral) et 4 de ma clientèle, ont été les suivants :

Pas de diarrhée; l'état cachectique des malades n'a pas été amélioré, mais pas aggravé non plus. L'urine fétide est alcaline ; elle redevient neutre ou acide en perdant sa fétidité. Mais il faut être prévenu d'une cause d'erreur.

L'urine se dépose en plusieurs couches dans un verre à expérience : au fond, une couche plus ou moins épaisse de pus; au-dessus, une couche d'urine, et, à la partie supérieure, une sorte de nuage noir caractéristique de la naphtaline, qui est plus légère que l'urine. La couche supérieure, dans l'épaisseur d'un centimètre environ, reste alcaline, ou le devient au contact de la naphtaline avec l'air, de sorte qu'il ne faudrait pas s'en rapporter à l'examen de cette couche pour affirmer l'alcalinité de l'urine, car, au-dessous, lorsque l'urine était acide à son entrée dans le verre, elle reste acide. Ceci explique pourquoi le papier rougi par l'urine acide devient bleu au bout de quelques instants de contact avec l'air, ce qui pourrait faire supposer que l'urine était alcaline alors qu'elle était acide.

L'action favorable de la naphtaline sur la fétidité de l'urine a été très remarquable dans plusieurs cas, en particulier chez une femme âgée, atteinte de fistule vésico-vaginale très ancienne, avec cystite chronique, ulcérations de la vessie et du vagin ; pyélo-néphrite donnant lieu à de fréquents accès de coliques néphrétiques terminés par l'expulsion de petits calculs, etc. La fétidité était telle que la salle entière en était incommodée et que l'on était obligé de changer tous les deux ou trois jours les voisines de la malade. L'administration de l'essence de térébenthine à l'intérieur, le régime lacté, les lavages phéniqués ou boriqués dans la vessie, avaient été impuissants contre cette fétidité intense; au bout de quarante-huit heures, grâce à la naphtaline, elle avait entièrement disparu; en même temps, l'urine redevenait transparente, alors qu'elle était auparavant trouble et contenait une grande

1. La préparation de la naphtaline présentant certaines difficultés, nous adressons tous nos remerciements à notre ami M. Sonnerat, pharmacien de 1re classe et membre de la Société de pharmacie de Paris, qui a bien voulu préparer, et avec le plus grand succès, les capsules que nous avons administrées.

quantité de pus et de microbes; la couche de pus diminua ainsi que le nombre des microbes, sans disparaître entièrement. A la vérité, la malade était dans un état de cachexie profonde, et l'on fut obligé de suspendre la naphtaline au bout de quelques jours à cause du dégoût qu'elle provoquait; la fétidité et la purulence de l'urine ayant alors reparu, on essaya de les combattre, mais vainement, par les suppositoires à la naphtaline dans le vagin, ce qui se comprend, puisque cette substance n'est pas soluble dans les liquides aqueux.

Cette observation, comme d'autres encore où la comparaison entre les divers modes de traitement a été faite chez le même malade, démontre donc la supériorité de la naphtaline sur les autres substances considérées comme antiputrides de l'urine.

Le même effet sur la fétidité de l'urine a encore été remarquable chez un vieillard de soixante-dix ans, un de ces vieux urinaires qui occupent les lits des services de chirurgie pendant des années, et qui, atteint de rétrécissement très ancien avec fistules multiples, exhalait également autour de lui une odeur insupportable. Ici la fétidité ne disparut qu'au bout de cinq jours, mais on avait été obligé, à cause de l'état cachectique du sujet et de son dégoût pour tous les aliments, de ne donner le médicament qu'à la dose de 50 centigrammes par jour.

On peut citer encore un malade atteint d'hypertrophie de la prostate avec stagnation d'urine fétide; un autre malade atteint de rétrécissement très étroit, puis de cystite aiguë avec douleur rénale par l'effet de la sonde à demeure et urine alcaline et purulente. Ici l'urine, après le traitement, devint neutre à la miction, mais elle se putréfiait rapidement et devenait alcaline dans le bocal, effet dû certainement aux germes contenus dans l'urèthre, entre sa paroi et la sonde à demeure, et qui, au bout d'un certain temps, produisaient la fermentation ammoniacale de l'urine.

Enfin, chez un malade atteint de pyélo-néphrite, l'odeur de fermentation persista pendant deux jours, bien que l'urine fût redevenue acide ; l'urine renfermait une certaine quantité de pus, cause de cette odeur, et, au bout de deux jours, le pus et l'odeur disparurent.

D'autre part, chez un autre malade auquel on fit manger des asperges, l'odeur caractéristique n'existait pas dans l'urine.

On a accusé la naphtaline d'augmenter le nombre des mictions; ceci n'a été observé dans aucune de nos observations. Chez un sujet qui était obligé d'uriner toutes les heures et plus souvent encore avant l'administration du médicament, les mictions sont restées aussi fréquentes, mais pas plus; c'était le prostatique cité plus haut; il en a été de même chez une hystérique du service de M. Debove atteinte de po-

lyurie; bien plus, chez un patient atteint de tuberculose génitale et pulmonaire avec cytiste, mictions ou envies fréquentes d'uriner, celles-ci ont diminué très nettement. Il y avait donc ici encore un nouvel avantage à l'actif de la naphtaline, car chez ce malade il y avait souvent rétention d'urine et envies fréquentes d'uriner, par suite, sondages fréquents, lesquels étaient très douloureux; les envies d'uriner étaient devenues plus rares; il en a été de même du cathétérisme, et celui-ci devint de moins en moins douloureux; on comprend en effet qu'une vessie irritable se trouve bien de la cessation du passage de l'instrument.

Les modifications qui se passent dans l'urine en contact avec la naphtaline sont en ce moment étudiées par M. Flamant, chimiste distingué, qui a déjà fait avec M. Debove d'intéressantes recherches sur la chimie biologique de l'urine; elles seront publiées plus tard. Pour le moment, il suffit de signaler que le passage de la naphtaline dans l'appareil urinaire paraît se faire en nature, puisqu'on la retrouve à la surface du bocal, et qu'elle paraît exercer une action antiseptique puissante le long des voies urinaires, comme le démontrent les faits de pyélo-néphrite et de cystite dans lesquels la fétidité et la purulence de l'urine ont été combattues avec succès. Cette action se continue encore deux ou trois jours après la cessation du médicament, qu'on retrouve encore à cette époque dans l'urine.

Peut-être la naphtaline a-t-elle aussi une action modificatrice puissante sur les lésions rénales et vésicales, sur les fistules avec ulcérations, mais on ne peut encore se prononcer sur ce point. Dans le cas cité plus haut, les ulcérations sont restées stationnaires, mais l'état cachectique de la malade et le peu de durée du traitement n'étaient pas de nature à favoriser la cicatrisation.

On sait encore que la disparition permanente de la fétidité de l'urine ne peut avoir lieu qu'après la guérison de l'affection à laquelle elle est liée, mais il n'est pas sans importance de trouver un moyen d'enlever l'odeur insupportable qu'exhalent certains urinaires en attendant la guérison de la lésion. N'aurait-elle que cette propriété, la naphtaline serait encore d'un emploi très précieux dans le traitement des affections des voies urinaires.

M. PAMARD

Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu, à Avignon.

ABLATION D'UN ÉPITHÉLIOMA DU COL. GUÉRISON REMONTANT A DEUX ANS ET DEMI

— *Séance du 18 août 1886.* —

Les ablations des tumeurs cancéreuses du col, lorsqu'elles sont faites de bonne heure, peuvent être suivies de guérison, ainsi que le prouve le fait suivant :

Observation. — Au mois de février 1884, Mme X..., âgée de 29 ans, vient me consulter. Elle jouit d'une bonne santé habituelle, est dans l'aisance, et n'a aucun antécédent ; elle éprouve depuis trois à quatre mois des troubles du côté du petit bassin ; douleurs de reins, hémorrhagies, pertes abondantes et fétides. Il n'y a jamais eu d'enfant, une fausse couche probable il y a plusieurs années. Vie très régulière, pas de fatigues. Le toucher me permet de constater l'existence d'une dégénérescence de la partie inférieure du col ; le mal est bien limité, et il est facile d'arriver sur la partie supérieure du col, qui est entièrement saine. Je propose l'opération qui est acceptée.

Après avoir fait plusieurs lavages antiseptiques du vagin, l'anse galvanique fut placée avec facilité, et l'amputation fut faite aussi haut et aussi loin que possible par conséquent des limites du mal (après l'opération nous avons pu constater que le col avait été enlevé sur une longueur de 4 centimètres). L'opération né présenta pas d'incident notable ; mais l'ablation une fois faite, je ne fus pas médiocrement désappointé en constatant que j'avais ouvert le cul-de-sac postérieur sur une étendue de 1 centimètre à 1 centimètre et demi. Je ne connaissais pas alors le travail du professeur Vreneuil sur cet accident, et je m'obstinai à suturer cette ouverture, ce que je ne pus obtenir qu'après un temps très long et au prix de grandes difficultés. Je fis une insufflation d'iodoforme et appliquai deux tampons de gaze iodoformée.

La malade fut ensuite reportée dans son lit, où elle fut condamnée au repos le plus absolu. Toutes les deux heures elle prenait un centigramme d'extrait gommeux d'opium et était sondée toutes les six heures.

Elle fut soumise à une diète rigoureuse pendant deux jours, et ne prit que du lait et du bouillon pendant 15 jours.

Le pouls restait de 80 à 100, mais la température n'atteignit pas 39°.

Au bout de 20 jours, je lui permis de se lever : les tampons avaient été renouvelés et ne furent pas replacés ; au toucher on constatait qu'il n'y avait plus qu'un cul-de-sac lisse. Et bientôt la malade put retourner chez elle.

Je l'ai revue plusieurs fois depuis, et encore récemment ; elle ne présente plus aucun trouble, la santé est rétablie. Par l'examen au spéculum, on constate que le fond du vagin est lisse et présente un petit pertuis donnant issue au mucus clair que sécrètent les glandes utérines.

C'est donc une guérison qui remonte à deux ans et demi et qui s'explique par le fait qu'elle a été faite de bonne heure et qu'on a pu opérer dans le tissu très sain et loin de la lésion.

M. Henri HENROT

Professeur à l'École de médecine de Reims.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'ANÉMIE PERNICIEUSE PROGRESSIVE

— *Séance du 19 août 1886.* —

L'anémie pernicieuse progressive, qui a été séparée par Biermer, en 1868, des autres variétés d'anémie, constitue, au point de vue clinique, une entité morbide spéciale, le plus souvent facile à diagnostiquer; l'anatomie pathologique et la thérapeutique sont au contraire encore très obscures, car un grand nombre d'organes ont été trouvés plus ou moins altérés, et parmi les remèdes, ceux qui, habituellement, comme la transfusion, donnent de si beaux résultats, sont restés infructueux.

Nous allons chercher à tirer quelques conclusions des trois cas que nous avons observés et que nous résumons ici aussi brièvement que possible.

Observation I. — Le premier fait a été observé avec le Dr Lévêque (*Union du Nord-Est,* année 1878, page 175). Il s'agit d'un homme de 31 ans, d'apparence robuste, sans antécédents de famille spéciaux qui, après 18 mois de dyspepsie flatulente, vit survenir une anémie augmentant sans cesse, malgré l'emploi des moyens thérapeutiques les mieux appropriés. Après avoir pris l'avis de MM. les Drs Terrier et Oulmont, de Paris, qui confirmèrent le diagnostic, le Dr Delacroix constata de plus une rétinite hémorrhagique double, à foyers multiples. En quelques jours, le malade perdit ses forces, tout en conservant son embonpoint; les urines étaient normales; il n'y avait pas de leucocytémie; le sang renfermait 350,000 globules par millimètre cube; ces globules avaient leur forme normale, mais on trouvait dans leur intérieur de petites granulations de teinte foncée. Nous ne constations aucune lésion dans les organes.

Le 20 mars 1878, nous lui transfusions dans de bonnes conditions opératoires 70 ou 80 grammes d'un sang très plastique; le pouls se releva et bientôt survint une embolie pulmonaire qui, en moins d'une heure, enleva le malade. La coagulation du sang paraît être le résultat d'un écart trop considérable entre l'extrême plasticité du sang injecté provenant d'une forte femme arrivant tout exprès de la campagne, et la fluidité excessive du sang veineux de notre malade.

L'autopsie n'a pas été faite.

Observation II. — Le second fait a été observé avec le Dr Langlet (*Union du Nord-Est,* 1885, page 9). Un homme de 35 ans avait, depuis 4 ou 5 mois, des troubles dyspeptiques quand bientôt une anémie profonde accompagnée d'une grande faiblesse l'obligea à cesser son travail. En quelques jours il perdit ses forces, quoiqu'il eût continué à s'alimenter avec du bouillon; les urines ne présentaient ni albumine, ni sucre, ni hémoglobine; pas de leucocytémie.

Nous ne constatons aucune lésion organique ; il y a 637,000 hématies par millimètre cube ; en quelques heures la situation s'aggrave tellement que le malade est transporté à l'Hôtel-Dieu où, le 22 février 1885, nous lui transfusons 70 grammes de sang pris à sa femme et renfermant seulement 3,500,000 globules.

L'opération est faite rapidement sans incident, mais elle n'amène pas cette reviviscence caractéristique que nous avions plusieurs fois observée ; la numération donne 36,000 globules de plus : le pouls se relève un peu, mais, le lendemain, il survient de l'agitation, du délire, du coma ; la température, qui était avant l'opération de 37°3, est après de 38°2. Les injections hypodermiques d'éther et de bisulfate de quinine n'amènent aucune amélioration, le malade meurt au bout de 48 heures.

A l'autopsie, on trouve un peu de suffusion séreuse dans les méninges, les poumons sont sains, le cœur est graisseux sans altération de valvule ; la rate est très friable et augmentée de volume (18 centimètres sur 12), le foie est un peu gras, l'estomac ne porte aucune trace d'altération organique, l'intestin grêle est vide ; les reins sont gras.

Observation III. — Dans la troisième observation, il s'agit d'un homme de 32 ans, chiffonnier, à la poitrine large et vigoureusement musclée. Il entre à l'Hôtel-Dieu le 19 novembre 1885 ; il souffre depuis quatre mois de troubles dyspeptiques et d'anémie : sauf un peu d'empâtement mal caractérisé dans la région pylorique, tous les organes nous semblent sains. Le pouls est petit ; le malade mange sans appétit ; il n'a jamais eu de vomissement, ni de selles noires. Nous n'avons du reste jamais trouvé de sang dans les selles quand nous l'avons recherché, le malade est constipé ; les urines ne renferment pas d'albumine, mais seulement un peu d'acide rosacique. Les malléoles sont légèrement œdématiées.

Nous lui faisons prendre du lait, du perchlorure de fer, de la teinture d'ergot. Les jours suivants, la situation reste sensiblement la même, et puis très rapidement, en deux jours, nous voyons le malade qui perd complètement ses forces, il prend difficilement du lait ; nous songeons à ce moment à employer la transfusion, mais les deux insuccès obtenus dans les cas précédents, et la présence d'une rénitence légère au pylore, qui nous laisse l'arrière-pensée d'une lésion organique, nous font renoncer à l'emploi de ce moyen. Le malade mange sans faim, l'oppression et l'inappétence augmentent.

Le 31 novembre nous faisons l'examen microscopique du sang : la numération n'est pas faite, parce que notre hématimètre est détérioré. Les globules rouges sont très pâles, ils ne sont nullement déformés ; ils sont nettement biconcaves. seulement ils présentent dans leur intérieur de fines granulations qui varient de 5 à 10 par globule ; en dehors des globules on trouve, isolés, de ces amas granuleux.

Nous ne sommes pas exactement fixé sur la nature de ces granulations, beaucoup plus colorées que le reste du globule ; nous sommes assez porté à croire qu'elles sont de nature parasitaire.

Les globules blancs ne sont pas sensiblement plus nombreux que dans l'état normal.

Le lendemain de cet examen, le malade succombe sans avoir présenté de phénomènes nouveaux.

L'autopsie nous permet de constater la décoloration complète, absolue, de tous les organes, excepté de la rate ; le cerveau est blanc comme de l'ivoire, il est sain ; les différentes coupes que nous faisons ne donnent pas une seule goutte de sang ; les poumons, le cœur, le foie, les reins, présentent ce caractère abso-

lument remarquable; le cœur et les reins sont un peu gras; l'estomac près du pylore présente une petite plaque à peine saillante, non ulcérée, tout à fait flétrie, probablement de nature épithéliale; nous ne retrouvions de sang que dans deux organes; le cœur droit et la rate : celle-ci est le seul organe qui ait conservé une certaine coloration; elle est plus grosse qu'à l'état normal; elle est molle, diffluente et contient une bouillie noirâtre.

Examinons brièvement les conséquences que l'on peut tirer de l'examen de ces faits et de ceux dont nous avons pu lire la relation, aux points de vue de la clinique, de l'anatomo-pathologie et de la thérapeutique.

Au point de vue clinique, il y a lieu d'éliminer de l'anémie pernicieuse progressive tous les cas dans lesquels on trouve une cause matérielle à la cachexie, tels que l'anémie tuberculeuse, cancéreuse, scrofuleuse, ou syphilitique, celle qui succède à un empoisonnement (impaludisme, saturnisme), à une néphrite, à des pertes de sang (hémorrhoïdes, ankylostome duodénal), aux suites de couches, à l'inanition, etc.

L'anémie progressive pernicieuse, après une période plus ou moins longue de troubles gastriques, avec conservation de l'embonpoint, fait en quelques jours des progrès effrayants; sans perte de sang intérieure ou extérieure, le malade pâlit d'une façon effrayante, perd complètement ses forces malgré la continuation d'une certaine alimentation et succombe le plus souvent avec la plus grande rapidité. Si on cherche la cause de cette terminaison dans une altération anatomique fixe, il est rare qu'on la trouve; tous les organes excepté le sang semblent sains; les globules ont considérablement diminué, sans augmentation des leucocytes, quelquefois les hématies renferment des corpuscules dans leur intérieur.

Ces signes sont suffisants pour permettre d'établir le diagnostic, au moins dans la dernière période de la maladie; l'examen du fond de l'œil (rétinite hémorrhagique) pourra, dans certains cas, guider le clinicien.

L'anatomo-pathologie est beaucoup moins claire; on a trouvé les lésions les plus variées: cancer de l'estomac, rétrécissement du pylore, ulcération duodénale, ulcération folliculeuse du gros intestin, dégénérescence du cœur, du foie, des reins, des ganglions semi-lunaires, altération de la moelle des os, etc.

Enfin des altérations de la rate et du sang.

Dans les deux autopsies que nous avons faites, nous croyons avoir trouvé des altérations constantes.

Altérations de la rate. — Cet organe a été trouvé augmenté de volume et ramolli par Scheby-Buch (2 fois), Fedé (1 fois), Immermann (1 fois), Pepper (3 fois), Labadie-Lagrave (2 fois), Welks et autres. En tout une

douzaine de cas; chez notre deuxième malade, la rate avait 18 centimètres sur 12; elle était friable. Chez notre troisième malade, elle était grosse et diffluente. (Nous n'avons pas fait l'autopsie du premier malade.) Dans ces deux faits, l'augmentation de volume et la friabilité de la rate constituaient les caractères anatomiques constants; il nous est difficile d'admettre entre ces deux faits une simple coïncidence; aussi, dans notre esprit, l'altération de la rate joue un rôle prépondérant dans la pathogénie de l'anémie pernicieuse progressive. Dans son très intéressant mémoire de 1877, le professeur Lépine pense qu'il faut rester dans une grande réserve relativement aux lésions de cet organe.

Une seconde altération nous semble aussi caractéristique, c'est qu'en dehors de l'hypoglobulie considérable l'on constate la présence de granulations dans les globules.

Les granulations, au nombre de 6 à 10 par globule, sont probablement de nature parasitaire.

En dehors des globules, on trouve dans le plasma de petits amas de ces mêmes granulations.

Le nombre des globules blancs n'est pas sensiblement augmenté.

D'autres observateurs ont signalé ces granulations : Quincke les appelle corpuscules de désagrégation, Ponfick et Biermer globules à noyaux, Labadie-Lagrave granulations globulaires.

Ces altérations simultanées de la rate et du sang pourraient faire admettre que cette forme spéciale d'anémie est la conséquence d'un empoisonnement paludique; d'une façon générale, nous n'avons pas retrouvé d'antécédents de cette nature chez nos malades, et nous avons vu bien des individus ayant eu des fièvres intermitentes rebelles dans les pays chauds ne pas être atteints d'anémie pernicieuse ; il peut du reste exister un microbe autre que celui de la fièvre intermittente se développant spécialement dans le sang et dans la rate des anémiques pernicieux.

La thérapeutique de l'anémie progressive laisse encore beaucoup à désirer ; la transfusion qui, dans certaines variétés d'anémie graves, nous avait donné de si splendides résultats en amenant de véritables reviviscences, comme nous en avons cité plusieurs faits originaux, n'est pas avantageuse dans la maladie qui nous occupe; notre premier et notre second malade ont été transfusés sans succès, quoique l'opération en elle-même ait bien marché; nous avions injecté avec le transfuseur Mathieu 70 grammes de sang ; dans le premier fait nous avions eu le tort de prendre un sang trop plastique provenant d'une jeune fille de la campagne ; nous avions eu une embolie pulmonaire qui a enlevé le malade en 3/4 d'heure ; dans le second fait, nous avions pris du sang à la femme du malade

qui était déjà très anémique, le nombre des globules, après la transfusion, a augmenté de 36,000, mais le malade n'a pas ressenti ce retour subit des forces, si caractéristique dans les cas heureux de transfusion ; il s'est engourdi et a succombé au bout de 48 heures dans un demi-coma. Plusieurs de nos confrères, Pepper, Labadie-Lagrave, Ferrand et d'autres ont eu 13 insuccès dans des cas semblables ; avec les deux nôtres, cela fait un total de 15 insuccès, et il y en a certainement beaucoup d'autres que les très courtes recherches que nous avons faites ne nous ont pas fait découvrir.

Quincke, par contre, signale deux succès. D'après cette statistique, on voit que la transfusion ne donne pas les beaux résultats que l'on est le plus souvent en droit d'en attendre, quand il s'agit d'anémies consécutives à des pertes de sang rapides ou prolongées, sans altération globulaire.

Nous terminerons cette étude en préconisant les inhalations d'oxygène, les injections hypodermiques de quinine à assez forte dose, et la médication arsenicale, quand dans la *Revue de Hayem*, t. XXVI, p. 542, nous avons vu que Botkine signalait la statistique suivante : sur 46 cas d'anémie progressive traités par différentes méthodes, 42 se sont terminés par la mort ; tandis que sur 32 cas de la même maladie soumis à la médication arsenicale, 14 avaient guéri. Pour conclure, nous dirons que l'anémie pernicieuse progressive se présente sous une forme clinique bien distincte, avec des symptômes et une marche caractéristiques, qu'elle est caractérisée anatomiquement par une augmentation de volume et un ramollissement de la rate, par une hypoglobulie considérable et des granulations spéciales dans les hématies ; qu'au point de vue du traitement, en présence du peu de succès de la transfusion, il y a lieu d'essayer avec persévérance la médication arsenicale.

M. FAUVELLE

A Paris.

DES CAUSES PROCHAINES DE LA MORT DE L'INDIVIDU DANS LES MALADIES

— Séance du 19 août 1886. —

Pour Bichat qui, le premier, osa aborder les problèmes de la vie et de la mort, si redoutés de nos superstitieux ancêtres, la vie était le résultat de l'action réciproque du poumon, du cœur et du cerveau. Si

l'un des trois venait à faillir, la mort était inévitable. Ce fameux trépied vital nous paraît aujourd'hui singulièrement boiteux. Nous concevons en effet l'organisme vivant d'une tout autre manière. C'est un assemblage d'éléments histologiques qui ont leur vie propre, croissent, se reproduisent et meurent chacun pour son propre compte. On peut les diviser en cinq classes principales qui diffèrent entre elles par leur constitution moléculaire. De cette différenciation résulte une division du travail dont la vie est le résultat. Mais dans cette espèce de république les rôles sont plus ou moins importants.

Disposées en couches plus ou moins épaisses soit dans les cavités intérieures dont les parois doivent subir des frottements, soit sur les surfaces limitantes internes et externes, soit dans les invaginations glandulaires de ces dernières, les cellules épithéliales n'agissent directement sur aucun autre élément. Il en est de même des cellules connectives, dont les productions constituent le squelette mou ou solide de l'organisme entier, et des cellules musculaires striées ou lisses, destinées à le mouvoir lui et ses diverses parties. Les éléments figurés du sang, malgré leur course vagabonde dans l'intimité des tissus, n'ont aucune influence sur les cellules qui constituent ces tissus : les globules blancs se contentent de combler les vides qui viennent à se produire et les globules rouges de distribuer l'oxygène suivant les affinités.

Il n'en est pas de même des cellules nerveuses ; bien que réunies par groupes isolés dans diverses régions du corps, à l'aide de prolongements de leur propre substance, elles communiquent entre elles et se mettent en rapport avec la plupart des autres éléments même les plus éloignés. Leur action dépend d'une des formes de l'énergie universelle, dont le système qu'elles forment est le siège. Cette force nerveuse est mise en activité par l'excitation des extrémités des nerfs centripètes, distribuées sur les surfaces limitantes internes et externes. Il en résulte des courants qui, traversant tout l'appareil, vont par l'entremise des nerfs centrifuges exciter la contraction des éléments musculaires, la sécrétion des épithéliums glandulaires et, suivant quelques-uns, la nutrition de tous les tissus. De plus, en passant sur les cellules de la couche grise corticale des hémisphères cérébraux, ils y développent la *mémoire* et la *volonté* dont les diverses combinaisons constituent l'intelligence.

Les éléments nerveux sont donc le siège de l'intelligence et les excitateurs de tous les organes actifs de l'économie. C'est à eux qu'est due cette unité qui caractérise *l'individualité,* et la vie de *l'individu* peut être regardée comme la manifestation de l'influx nerveux. Pour résoudre le problème que nous nous sommes posé, il suffira donc de rechercher les conditions nécessaires à la production de cette force, et

leur suppression devra être regardée comme la cause prochaine de la mort dans les maladies.

Les divers groupes de cellules nerveuses sont baignés par le sang qu'y amène une vascularisation des plus riches. En arrivant au milieu d'elles, il contient deux ordres de matériaux bien distincts : d'une part l'oxygène renfermé dans les globules rouges en combinaison instable avec l'hémoglobine et de l'autre les albuminoïdes maintenus en dissolution dans le plasma sous forme de peptones ; le premier est un élément destructeur et les autres des éléments réparateurs.

Lorsque le sang sort des centres nerveux, l'oxygène a disparu, mais il est remplacé par les produits d'une décomposition plus ou moins complète, savoir : l'acide carbonique en combinaison instable avec les carbonates alcalins du sérum, l'urée et surtout la cholestérine. Le premier sera éliminé par le poumon et les seconds par les reins et le foie.

On ignore la nature des phénomènes chimiques qui produisent cette décomposition. L'intervention de l'oxygène pourrait faire penser qu'il s'agit d'une combustion, mais alors sa suppression produirait un simple abaissement de température, tandis qu'elle est suivie de la disparition brusque de l'influx nerveux. Peu importe ; il nous suffit de savoir que c'est à l'intervention de ce gaz qu'est dû le dégagement de cette forme de l'énergie universelle.

Les éléments réparateurs doivent remplacer immédiatement les éléments détruits. Il est vrai qu'aucune expérience n'a encore montré leur diminution dans le sang désoxygéné qui sort des centres nerveux ; mais l'épuisement que produit leur suppression et même leur simple diminution indique bien qu'il doit en être ainsi.

Cependant il ne suffit pas que le sang amène l'oxygène et les albuminoïdes en quantité suffisante aux appareils ganglionnaire, médullaire et cérébral ; il faut qu'il ne contienne aucun principe étranger capable de désorganiser la cellule nerveuse, ou seulement d'entraver sa reconstitution après l'action de l'oxygène. Je veux parler des poisons, quelle qu'en soit l'origine interne ou externe.

Nous sommes donc amené à conclure que les causes prochaines de la mort de l'individu dans les maladies sont de trois sortes : suppression plus ou moins complète de l'oxygène, absence totale ou partielle des éléments réparateurs et présence de substances désorganisatrices. Voyons donc s'il est possible de rattacher à ces trois points les maladies dont la nature nous est connue. Dans cette hypothèse, nous devons avoir les maladies asphyxiques, les maladies par épuisement et les maladies toxiques.

Dans la première catégorie nous rangerons l'absence d'oxygène

dans l'air inspiré, son mélange avec un gaz qui, comme l'oxyde de carbone, s'empare du globule et en interdit l'accès à tout autre, puis la diminution de densité de l'air comme il arrive dans les coups de chaleur. D'autres causes d'asphyxie sont : l'obstruction de l'arbre respiratoire depuis le larynx jusqu'aux extrémités bronchiques, la compression des lobules pulmonaires par des corps étrangers situés dans leurs interstices, leur réplétion par des liquides plus ou moins plastiques et la perte de leur élasticité. Puis vient l'arrêt plus ou moins complet de la circulation pulmonaire par les embolies, la paralysie des cellules contractiles des capillaires et les maladies du cœur, spécialement celles d'où résulte une pléthore veineuse.

Mais je suppose que l'oxygène arrive facilement à la surface absorbante du poumon ; les globules peuvent manquer comme dans l'anémie, ou bien, si, suffisamment abondants, ils se chargent d'oxygène, ils peuvent le perdre dans leur trajet vers les centres nerveux. C'est ce qui arrive par la présence dans le sang de bactéries pathogènes, telles que le *Bacillus anthracis,* et dans les maladies avec élévation de température où les éléments réparateurs sont peut-être brûlés en chemin par l'oxygène des globules. Plus la chaleur animale se développe, plus les accidents du côté des centres nerveux s'aggravent et la mort survient bientôt faute d'influx nerveux. Enfin, l'accès des centres nerveux peut être interdit aux globules par des embolies, ou bien par la paralysie ou la rupture des capillaires, comme dans la congestion et l'apoplexie cérébrales.

Dans la classe des maladies où la mort survient par le manque des substances albuminoïdes nécessaires à la réparation des dégâts causés par l'action de l'oxygène, se placent toutes les affections qui atteignent le tube digestif. Tels sont : le défaut d'aliments ingérés, l'obstruction de l'œsophage ou la paralysie du pharynx, les altérations de la muqueuse de l'estomac et des intestins, qui arrêtent la digestion ou l'absorption, l'oblitération de la veine-porte, les dégénérescences du foie ou des ganglions mésentériques. En outre, les substances réparatrices peuvent être détruites dans le sang lui-même par les bactéries pathogènes qui s'y développent souvent en très grande abondance. Elles peuvent même l'épuiser en quelques heures comme il arrive dans les fièvres pernicieuses. Enfin les albuminoïdes peuvent s'échapper par une voie insolite, soit avec les autres matériaux du sang, comme dans les hémorrhagies, soit isolés, comme dans l'albuminurie qui s'accompagne si souvent d'accidents nerveux plus ou moins graves, amaurose, éclampsie, etc.

Les maladies par intoxication sont aussi nombreuses que les précédentes et la mort en est très souvent la conséquence. Il faut citer d'a-

bord la rétention des produits de l'oxydation des éléments anatomiques. La présence d'une quantité notable d'acide carbonique dans l'air inspiré entraîne, par la loi de tension des gaz, le maintien de celui du sang que nous savons uni par combinaison instable avec les carbonates alcalins. La tension du gaz, se trouvant augmentée dans le liquide nourricier, entrave à son tour l'oxydation des cellules nerveuses. Puis viennent l'urémie et la cholémie où les accidents nerveux sont si graves. Des découvertes récentes ont montré l'action toxique des ptomaïnes, ces alcaloïdes qui naissent de la décomposition des albuminoïdes peut-être sous l'influence de bactéries-ferments.

Leur action toxique s'exerce spécialement sur les centres nerveux. A cette espèce d'empoisonnement se rattachent les cachexies et spécialement celles qui résultent de la destruction des tumeurs cancéreuses des épithéliums ou des cellules conjonctives. Enfin tous les poisons minéraux ou organiques n'entraînent la mort que par leur action désorganisatrice du système nerveux. Tous s'attaquent à lui, depuis l'acide cyanhydrique qui le foudroie jusqu'au curare dont l'action élective se porte uniquement sur les plaques qui mettent les fibres musculaires en communication avec les filets conducteurs centrifuges.

Ces trois ordres de maladies peuvent se combiner de diverses manières et se compliquer les unes par les autres. Ainsi, sous la zone torride, à la diminution de l'oxygène par raréfaction de l'air surchauffé et à la faiblesse de l'innervation qui en est la conséquence, viennent se joindre l'aglobulie, l'inertie du tube digestif, puis la cholémie et la diarrhée, conséquence de l'hypersécrétion hépatique, et avec elle la diminution ou même la suspension du pouvoir absorbant de l'épithélium intestinal. Dans la fièvre typhoïde, les bactéries pathogènes absorbent les albuminoïdes; de plus, les globules perdant leur oxygène; il en résulte des combustions intravasculaires, et ils arrivent dans les centres nerveux incapables d'en faire dégager l'influx, d'où cette relation directe entre l'élévation de la température et l'imminence de la mort. Je passe sous silence les accidents intestinaux et l'obstruction des ganglions lymphatiques du mésentère qui entravent la digestion et l'absorption. Le cancer de l'œsophage diminue d'abord la quantité des éléments réparateurs du système nerveux, en interdisant plus ou moins aux aliments l'accès du tube digestif. Puis si, à l'aide de moyens artificiels, on est parvenu à franchir l'obstacle qu'il met à la déglutition, la destruction de ces tissus de nouvelle formation entraîne nécessairement la mort par cachexie ou intoxication.

Les maladies qui atteignent une portion limitée des éléments histologiques sont purement locales quand elles n'atteignent directement ni indirectement le système nerveux; mais elles sont excessivement ra-

res. Ainsi les corps fibreux de l'utérus, qui siègent dans un organe dont la fonction n'est pas nécessaire à la vie et ne sont pas susceptibles de dégénérer, peuvent néanmoins entraîner la mort par les hémorrhagies qui privent plus ou moins brusquement le système nerveux et de l'oxygène nécessaire à sa fonction et des éléments réparateurs qui sont aussi indispensables.

Si je n'étais limité par les règlements de l'Association, je devrais donner plus de développement à ce sujet qui comprend la pathologie tout entière. Ce qui précède suffit néanmoins, je pense, pour démontrer que la vie de l'individu dépend de l'intégrité anatomique et fonctionnelle des éléments cellulaires dont l'ensemble constitue le système nerveux.

La mort de l'individu a donc pour causes prochaines : 1° l'absence ou la diminution de l'oxygène inspiré sous l'influence duquel se développe l'influx nerveux; 2° l'absence ou la diminution des albuminoïdes qui doivent réparer les pertes produites par cette action ; 3° la présence de substances toxiques, quelle qu'en soit l'origine, qui entravent le travail dont les éléments nerveux sont le siège ou en amènent la désorganisation plus ou moins complète.

Cette théorie de la vie et de la mort, légitimement induite de l'observation et de l'expérimentation, a une importance considérable au point de vue pratique. Elle fournit à la thérapeutique des indications précises sans lesquelles la médecine est un art purement empirique. Souvent aussi, il est vrai, elle nous montre notre impuissance absolue; mais alors elle nous permet de porter un pronostic certain, ce qui est utile en toutes circonstances. La médecine est une, comme la vérité; il faut donc renoncer à la division surannée en médecine pratique et en médecine théorique, philosophique ou transcendante.

M. René DUZÉA

Ex-interne des hôpitaux de Lyon.

DES RAPPORTS QUI PARAISSENT UNIR LES DÉFORMATIONS DU MEMBRE INFÉRIEUR DANS LA COXALGIE, AVEC LA DOUBLE SOURCE D'INNERVATION DE L'ARTICULATION COXO-FÉMORALE.

— *Séance du 19 août 1886.* —

Malgré les innombrables travaux publiés jusqu'à ce jour sur un des plus importants chapitres de la pathologie chirurgicale, *la coxalgie,* certains points de la pathogénie intime des déformations entraînées du côté

du membre inférieur par cette affection sont encore entourés d'obscurité et loin d'être élucidés complètement.

Notre intention n'est point de faire ici l'historique de cette question; cette étude rétrospective est trop connue et trop complètement exposée dans une foule de traités, de monographies, ou d'articles de dictionnaires médicaux pour qu'il soit indiqué de la répéter une fois de plus.

Nous demanderons seulement de rappeler en quelques lignes les théories générales de ces déformations, adoptées par les chirurgiens contemporains.

L'opinion qui paraît réunir autour d'elle, même actuellement, le plus grand nombre de chirurgiens, est celle qui date des travaux de Bonnet et qui fut exposée et défendue avec tant de talent et d'autorité par le chirurgien lyonnais, qu'à peine modifiée elle est encore généralement regardée comme exacte.

On admet en effet deux périodes dans l'évolution de la coxalgie ordinaire, chronique, la tumeur blanche de l'articulation coxo-fémorale: *Une première période,* caractérisée par la flexion, l'abduction et la rotation en dehors. *Une deuxième période,* caractérisée au contraire par la flexion, l'adduction et la rotation en dedans. Les déformations de la première période s'expliqueraient par la présence d'un épanchement articulaire qui les produirait mécaniquement. Les injections d'un liquide quelconque, poussées sur le cadavre dans une articulation coxo-fémorale saine reproduiraient expérimentalement les mêmes déviations notées cliniquement du côté du membre inférieur. Dans quelques cas, disent Bonnet et son élève Valette, ce serait le décubitus choisi primitivement par le malade qui ordonnerait le type initial de la déformation.

Dans la deuxième période, caractérisée par une déviation inverse, à part la flexion qui persiste toujours, le membre inférieur se placerait au contraire en adduction et en rotation en dedans sous des influences variables, telles que: soit l'accentuation des lésions osseuses et ligamenteuses de l'articulation, produisant la diffusion de l'épanchement et annulant son action, soit la contracture musculaire, la contracture des adducteurs, soit un nouveau décubitus, etc.

Cette théorie générale des attitudes vicieuses du membre inférieur dans la coxalgie compte encore actuellement de nombreux partisans, parmi lesquels nous citerons, pour ne parler que des auteurs des travaux les plus récents: MM. Benoit, Tillaux, Lannelongue, etc.

Or, depuis près d'une année, notre attention a été attirée sur cette question, à l'occasion de la préparation d'un travail présenté au concours pour le prix de 4e année de l'internat des hôpitaux de Lyon. Ce sont les conclusions seules de notre mémoire qui font l'objet de cette communication, conclusions qui diffèrent complètement des idées

théoriques rappelées précédemment et que nous désirons soumettre à l'attention et au contrôle de nos maîtres et de nos collègues.

Nous sommes heureux de l'occasion qui nous est offerte auprès de vous, Messieurs, pour témoigner une fois de plus notre vive reconnaissance et nos respectueux remercîments à ceux de nos maîtres qui ont bien voulu mettre à notre disposition les conseils éclairés de leur expérience et de leur haute compétence et en particulier à M. le professeur Ollier qui nous a donné un nombre considérable de documents et d'observations et qui, après nous avoir fait tout récemment l'honneur d'accepter la présidence de notre thèse inaugurale, a poussé sa sollicitude à notre égard jusqu'à se faire notre interprète auprès de vous, à M. le professeur Poncet auquel nous devons l'idée générale de notre travail et de nombreux faits à l'appui, enfin, à MM. Daniel Mollière et Vincent, chirurgiens-majors des hôpitaux de Lyon, dans les services desquels nous avons puisé de nombreux matériaux pour la démonstration clinique des conclusions auxquelles nous avons cru devoir nous arrêter.

Nous avons consacré la première partie de notre travail à réfuter, en nous entourant de preuves cliniques et expérimentales, les idées théoriques admises jusqu'à ce jour, pour expliquer les déformations du membre inférieur dans la coxalgie. En raison des limites dans lesquelles nous sommes obligé de nous renfermer ici, il nous est impossible de reproduire ces détails critiques. Nous comptons d'ailleurs les publier dès que le jury chargé d'examiner les mémoires qui lui ont été présentés, aura rendu son verdict.

Disons seulement que l'hypothèse généralement acceptée et résumée précédemment nous paraît inexacte pour les raisons suivantes :

1° La division en deux périodes de l'évolution des déviations du membre inférieur dans la coxalgie ne paraît pas, *généralement du moins*, correspondre aux faits cliniques. Dans la plupart des cas, dans l'immense majorité (et nous ne parlons, bien entendu, que de ceux abandonnés à eux-mêmes ou soumis à une intervention tardive), la déformation initiale, loin de changer de type, persiste au contraire pendant tout le cours de l'affection et tend plutôt à s'accentuer dans le même sens ;

2° L'attitude vicieuse en *abduction* n'est pas la règle du début de la coxalgie ; elle est infiniment moins commune que l'attitude en *adduction* ;

3° En raison de la disposition anatomique de l'articulation coxo-fémorale, un épanchement abondant ou soumis à une haute pression (et c'est uniquement dans ces conditions qu'il pourrait avoir une action) ne peut pas se produire dans cette articulation. Il ne peut augmenter sans produire des ruptures ligamenteuses et, dès lors, son action devient nulle. L'action d'un liquide injecté dans l'article est également détruite

par ce fait même que l'espace articulaire est mis en communication avec l'air atmosphérique et perd son meilleur soutien, la pression atmosphérique, comme l'ont démontré les frères Weber ;

4° Dans les expériences que nous venons d'indiquer, on agit sur un membre sectionné à la partie moyenne de la cuisse et, de plus, comme on opère naturellement sur un cadavre, il est inexact de comparer les résultats obtenus aux faits cliniques, puisqu'on néglige deux facteurs des plus importants : d'une part, le poids de la partie du membre enlevée et, de l'autre, l'action musculaire ;

5° Ayant repris nous-même ces expériences sur un membre entier, et nous mettant à l'abri de l'influence de la pression atmosphérique au moyen d'une canule à double robinet, nous avons injecté dans l'articulation coxo-fémorale un liquide solidifiable (suif coloré). Or, dans ces conditions, nous n'avons pu noter qu'un déplacement en flexion et en adduction insignifiant, de plus les surfaces articulaires n'étaient séparées que par une couche solidifiée ne dépassant pas deux ou trois millimètres ; ce qui démontre nettement qu'un épanchement abondant et capable de produire une attitude vicieuse du membre inférieur, dans les conditions d'intégrité totale du membre et des liens articulaires de la hanche, ne peut se développer dans cette articulation ;

6° L'influence du décubitus peut être invoquée dans quelques cas, mais non dans tous (malades ayant marché constamment, décubitus inverse de celui devant expliquer la déviation, etc.) ;

7° Enfin l'adduction, comme nous l'avons déjà fait remarquer, est *beaucoup plus souvent manifeste* au début même de la coxalgie. Et même, dans quelques cas, rares il est vrai, mais incontestables, on a noté de l'adduction au début et plus tard de l'abduction. Des observations les plus sérieuses en font foi.

En présence de ces faits négatifs, nous pensons, avec beaucoup de chirurgiens et en particulier avec presque tous nos maîtres de Lyon, qu'il faut chercher ailleurs que dans les causes énumérées plus haut la raison principale, générale de ces attitudes vicieuses.

Nous sommes convaincu que cette cause réside surtout, presque dans tous les cas, dans la contracture réflexe de tel ou tel groupe musculaire, déterminée par le siège initial de la localisation pathologique des lésions et consécutivement de la douleur.

C'est à cette démonstration que nous avons consacré la partie la plus importante de notre mémoire.

Depuis longtemps déjà, et surtout lorsque nous avions l'honneur d'être l'interne de M. le prof. Poncet, nous l'avons entendu répéter que, contrairement aux anciennes théories des déformations du membre inférieur dans la coxalgie, celles-ci devaient reconnaître une cause

générale constante : la *contracture musculaire réflexe,* et que cette contracture, localisée à certains groupes de muscles synergiques, devait trouver la raison de sa spécialisation, dans le siège initial de la lésion articulaire (point de départ du réflexe).

Aussi, dès le début de notre travail, il nous engagea à rechercher et à poursuivre la démonstration anatomique et clinique de cette idée pathogénique admise déjà en principe par bon nombre de chirurgiens qui regardaient bien, comme Maisonneuve, Labbé, etc., la douleur articulaire comme la cause de la contracture réflexe, mais ne précisaient rien relativement à la concordance de la localisation de cette douleur avec tel ou tel type de déformation. Et, à ce propos, disons qu'on ne s'explique pas bien pourquoi quelques-uns, comme Benoit par exemple, qui, après avoir méconnu tout rôle à la contracture musculaire au début, à la première période de la coxalgie, lui accordent au contraire un rôle prépondérant à la deuxième période alors qu'il semblerait beaucoup plus rationnel de critiquer son influence à ce moment où les muscles sont atrophiés, quelquefois détachés de leurs insertions et où les lésions du squelette et des liens de l'articulation sont tellement accusées qu'elles peuvent seules suffire à expliquer l'attitude vicieuse dont le dernier terme est la luxation.

On comprend donc que, suivant le cours de ces idées pathogéniques, alors tout à fait hypothétiques, nous ayons fait des recherches sur la distribution des nerfs de l'articulation coxo-fémorale, prévoyant qu'une double source nerveuse devait présider à deux localisations particulières de réflexes et par suite à deux grandes classes de déformation.

Après avoir cherché vainement quelques détails dans la plupart des ouvrages consacrés à l'anatomie, nous avons fini par trouver dans le traité élémentaire de *Beaunis et Bouchard* une description très écourtée mais caractéristique des nerfs de l'articulation coxo-fémorale que nous ne saurions mieux faire que de reproduire ici. « Les nerfs de l'articu-« lation coxo-fémorale sont en *avant* des filets venant de la branche « du nerf obturateur qui va à l'obturateur externe et des branches « du nerf crural, en *arrière* des filets fournis par le nerf ischiatique et « par le nerf sciatique, soit directement, soit par une branche du nerf « destiné au carré crural. » (Beaunis et Bouchard, *Nouveaux Éléments d'anatomie descriptive et d'embryologie.* Paris, 1880, p. 175.)

De plus, cette double innervation formée, en résumé, d'une part, par le *plexus lombaire* et de l'autre, en arrière, par le *plexus sacré,* est reproduite non moins catégoriquement dans l'atlas de Ludovic Hirschfeld.

Nous avons néanmoins, à ce moment, pour vérifier ces descriptions, disséqué les nerfs de l'articulation de la hanche. Cette dissection nous

fit retrouver tous les filets décrits par les auteurs précédents, plus, *en avant,* une petite branche lombaire incluse dans la gaine du psoas et dont les filets terminaux allaient se distribuer à la face antérieure de la capsule après s'être anastomosés avec ceux fournis soit par l'obturateur soit par le nerf crural. Du reste, cette branche qui, sur ce sujet, manquait de l'autre côté, peut quelquefois au contraire être double, comme nous avons pu le constater dans un autre cas. Les variétés dans la distribution nerveuse des articulations ne sont pas rares.

En arrière, nous n'avons rien trouvé de plus que ce qu'indiquent les descriptions de Beaunis, Bouchard et Hirschfeld.

A la même époque, M. le Dr Chandelux, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon, donnait les résultats de dissections des nerfs de l'articulation coxo-fémorale et s'exprimait en ces termes :

1° « En *avant,* on découvre un rameau qui se détache de la branche « musculo-cutanée interne du nerf crural, à peu de distance du point où « ce nerf va se perdre dans le muscle pectiné. Ce rameau passe en « arrière de la gaine des vaisseaux, puis en dedans de celle-ci, change « de direction pour devenir obliquement ascendant en suivant le bord « externe du muscle pectiné et se perdant en même temps un peu en « dedans. Il aborde la capsule articulaire, peut être suivi dans son « épaisseur pendant un trajet de 1 centimètre 1/2 environ et finale- « ment donne des rameaux terminaux qui se répandent dans le tiers « interne de la partie antérieure de la capsule. Ce nerf n'est qu'une « bifurcation de la branche qui va au muscle pectiné.

« 2° En arrière on trouve un rameau dont l'origine est un peu variable. « Tantôt il provient du plexus sacré, au voisinage de l'origine du grand « nerf sciatique, et se détache alors de la partie antérieure de la pre- « mière branche sacrée. Tantôt il naît sur un point très rapproché de « l'origine du petit nerf sciatique. Tantôt enfin on le voit émaner du « muscle carré crural. Dans tous les cas, il se dirige obliquement en « bas et en dedans, descend sur la face postérieure de l'articulation, « aborde la capsule en arrière par sa partie supérieure, peut être suivi « dans son épaisseur pendant un centimètre environ et, enfin, se partage « en ramuscules terminaux qui se distribuent à la partie interne de la « partie postérieure de la capsule articulaire.

« Je n'ai pu rencontrer, ajoute l'auteur, aucun filet nerveux fourni par le nerf obturateur. » (*Lyon médical,* 25 avril 1886.)

Au moment où parut la communication de M. le Dr Chandelux, nous n'avions pas encore publié le résultat de nos premières recherches qui nous paraissaient confirmer simplement les descriptions classiques.

Mais en présence de la description anatomique de M. Chandelux qui différait par ses détails des données auxquelles nous étions ar-

rivés, nous fîmes de nouvelles dissections des nerfs de l'articulation de la hanche sous la direction et le contrôle de M. le professeur Poncet. Voici les derniers résultats qu'elles nous ont donnés.

A la partie *antérieure* nous avons trouvé de dedans en dehors :

1° Une *branche du nerf obturateur* allant s'anastomoser avec une branche lombaire en formant une anse à concavité supérieure et remontant à quelque distance dans la gaine du psoas avant de s'anastomoser. Avant sa réunion, elle donne quelques filets à la partie antéro-interne de la capsule ;

2° La *branche lombaire,* que nous venons de signaler et qu'en raison de sa situation par rapport au psoas nous appellerons : *branche articulaire lombaire interne,* se termine par trois ou quatre rameaux très déliés dans la partie antérieure de la capsule ;

3° Une *branche lombaire, externe* située à la partie externe et dans la gaine du psoas, distribue ses divisions à la capsule un peu en dehors de la précédente.

Ces deux branches lombaires paraissent *exclusivement* destinées à la capsule ;

4° Un rameau détaché du nerf crural et venant se ramifier à la partie antérieure de la capsule, après s'être dirigé obliquement de dehors en dedans et après avoir perforé les dernières fibres inférieures du psoas iliaque.

Les ramifications provenant de ces quatre branches forment à la partie antérieure de l'articulation coxo-fémorale un riche plexus nerveux ;

5° Enfin au niveau de l'échancrure cotyloïdienne nous avons trouvé une branche provenant de l'obturateur, suivant le trajet des vaisseaux de l'échancrure et paraissant destinée au fond de l'articulation, au ligament rond et probablement par l'intermédiaire de ce ligament à la tête fémorale.

En arrière, nous avons retrouvé les mêmes filets que dans notre première dissection.

Nous voyons donc en définitive que la distribution des nerfs destinés à l'articulation de la hanche est un peu variable quant au nombre et à la direction de leurs filets, mais le fait essentiel, important, persiste et reste acquis, celui d'une double source nerveuse : *l'une antérieure, antéro-interne,* localisée au plexus lombaire ; l'*autre postérieure,* répondant au plexus sacré.

Convaincu dès lors de la double innervation de l'articulation coxo-fémorale et de son influence sur tel ou tel type de déformations, nous avons examiné dans le service de M. le Dr Fochier, ex-chirurgien en chef de la Charité, dont nous avions alors l'honneur d'être l'interne, une série

de malades que nous avons interrogés très minutieusement sur le siège initial de leur douleur. Nous étions guidé dans ces recherches cliniques par cette idée qu'une douleur constante et localisée en un point défini devait être naturellement en relation avec une lésion localisée au même point et dès lors, se trouvant l'origine d'un réflexe dont la voie centripète et centrifuge se trouvait située dans le même plexus nerveux, réagissait sur les muscles innervés par ce plexus et particulièrement sur ceux innervés par les branches conductrices du réflexe, et produisait consécutivement un type spécial de déformation.

Nous avons pu réunir ainsi huit observations dont quatre se rapportent à l'attitude en *flexion, adduction et rotation en dedans*. Chez ces quatre malades, dès le début, la douleur avait constamment siégé à la *partie antérieure* de l'articulation, un peu en dedans vers l'interligne articulaire.

Trois autres cas, caractérisés par la flexion, l'*abduction et la rotation en dehors,* présentaient une douleur *rétro-articulaire,* en arrière, en dedans du grand trochanter.

Le dernier cas est celui d'une arthrite totale d'emblée; la déformation était la flexion, *l'adduction et la rotation en dedans.*

M. le professeur Poncet nous a donné la relation de cinq malades, sur lesquels quatre avaient leur membre en adduction et rotation interne, en même temps qu'une vive douleur située à la partie antéro-interne de l'articulation.

De plus, dans quelques observations de M. le professeur Ollier et de M. Vincent, chirurgien en chef de la Charité, observations de coxalgies suppurées suivies de résections de la hanche et de description des pièces osseuses enlevées, nous avons constaté que les déformations notées au début de la coxalgie correspondaient nettement avec le siège des lésions.

Enfin notre collègue d'internat, M. Désir de Fortunet, interne de M. le Dr Cordier, chirurgien du service des enfants à l'hôpital de l'Antiquaille, nous a communiqué tout récemment la relation de cinq ou six cas de coxalgie dans lesquels les déformations du membre inférieur malade avaient suivi les lois que nous allons indiquer comme conclusion.

Mais comme rien n'est absolu en clinique et comme toute règle a ses exceptions, nous devons ajouter que notre maître, M. le professeur Ollier, nous a communiqué ces jours derniers le cas d'un malade dont le membre coxalgique était placé en abduction et rotation en dehors, quoiqu'il présentât depuis le début de son affection une douleur vive, localisée à la partie antéro-interne de l'articulation malade.

Il est évident qu'en affirmant que la contracture musculaire est la cause générale et persistante des déformations du membre inférieur dans la coxalgie, il est des cas où la déviation est inverse de celle qu'on

se croirait en droit de trouver et qu'alors il faut tenir compte d'autres causes d'attitudes vicieuses : la marche longtemps prolongée, le décubitus, des tentatives de traitement, etc.

Néanmoins, en raison des faits cliniques, en raison de la double innervation de l'articulation coxo-fémorale, nous pensons pouvoir nous arrêter aux conclusions suivantes :

1° La *cause générale mais non absolue* des attitudes vicieuses du membre inférieur dans la coxalgie réside dans la contracture réflexe puis la contracture et enfin la rétraction de certains groupes musculaires agissant sur le membre inférieur et le bassin ;

2° Cette contracture musculaire est la conséquence d'un réflexe parti du point où siège la lésion initiale articulaire, se transmettant aux centres par l'intermédiaire des rameaux nerveux présidant à la sensibilité de cette zone articulaire et revenant par les filets moteurs du même plexus et peut-être aussi du même nerf.

Ainsi, une lésion articulaire postérieure provoque la contracture des muscles postérieurs (abduction) par l'intermédiaire du plexus sacré.

Une lésion de la partie antérieure provoque la contracture des muscles antéro-internes (adduction) par l'intermédiaire du plexus lombaire.

Enfin, quand l'articulation est envahie d'emblée dans toute son étendue, il se produit probablement un réflexe dans les deux plexus et il y a lutte entre les deux faisceaux musculaires correspondants, mais comme le groupe des abducteurs est de beaucoup plus puissant que celui des adducteurs, il l'emporte sur ces derniers et le membre se place en fin de compte en abduction, etc.;

3° Cette dernière considération et la fréquence des lésions initiales de la coxalgie sur la tête fémorale, le ligament rond, le fond de la cavité et la partie antérieure de la capsule expliquent la fréquence si grande de l'attitude vicieuse du membre inférieur *en flexion, adduction et rotation en dedans*.

Le cadre forcément restreint dans lequel nous sommes obligés de nous limiter ici ne nous permet pas d'exposer dans leurs détails toutes les déductions, tous les corollaires des théorèmes généraux que nous venons d'énoncer. Tous ces détails complémentaires, qui analysent l'action exacte des différents groupes musculaires moteurs du membre inférieur sur le bassin, la richesse nerveuse des liens articulaires, l'explication physiologique des cas exceptionnels, le mécanisme des attitudes de compensation, etc., etc., ont été longuement étudiés dans notre mémoire ; nous les publierons dès que le verdict du jury sera rendu.

Enfin nous sommes loin d'avoir terminé nos recherches relativement

à ce point si intéressant de pathogénie chirurgicale ; nous poursuivons nos investigations anatomiques en étudiant histologiquement la distribution des nerfs articulaires dans la capsule, le ligament rond et le squelette articulaire en même temps que nous réunissons le plus grand nombre de faits cliniques.

Tels sont, Messieurs, les détails que nous avons cru devoir soumettre à votre appréciation et à *votre contrôle ;* nous insistons sur ce dernier mot, car nous nous estimerons heureux si, dans votre pratique chirurgicale, vous vouliez bien vérifier les faits que nous avons l'honneur de vous présenter, et daigniez nous communiquer les résultats de votre observation.

M. GENTILHOMME

Professeur de pathologie externe à l'École de médecine de Reims.

RÉSULTATS FOURNIS PAR L'EMPLOI DU FER ROUGE DANS LE TRAITEMENT DES MALADIES INFLAMMATOIRES DE L'UTÉRUS

— *Séance du 19 août 1886.* —

Je veux parler du traitement de cette inflammation qui comprend à la fois le corps et le col de l'organe. Ces parties sont tuméfiées, le col est devenu très volumineux et est augmenté suivant tous ses diamètres ainsi qu'il est facile de s'en assurer par le spéculum et par le toucher ; le corps, gonflé, est devenu sphérique ; il est renversé en arrière et exerce une pression plus ou moins prononcée sur le rectum.

La muqueuse du corps et du col, irritée par ce processus inflammatoire, s'enflamme également et donne naissance à une sécrétion purulente épaisse, collante pour le col et liquide et purement purulente pour le corps. Ces liquides s'écoulent par le col et se réunissent à la partie supérieure du vagin.

Ces phénomènes inflammatoires s'accompagnent de troubles menstruels, de douleurs abdominales quelque fois très graves et d'une faiblesse générale.

Lorsqu'on examine l'utérus au moyen du spéculum, on observe à la surface du col une ulcération plus ou moins étendue ou superficielle qui joue un grand rôle dans les phénomènes observés et les symptômes éprouvés par la malade.

Pour employer une thérapeutique rationnelle sur un organe si altéré, comme dans tous les cas possibles en médecine, il faudrait bien connaître les causes de cette altération, le processus morbide, c'est-à-dire connaître l'enchaînement des lésions et savoir distinguer les lésions principales de celles qui ne sont que secondaires.

Quant aux causes, elles nous échappent presque toujours et, à part certains cas : le traumatisme, la grossesse, l'accouchement, la fausse couche, nous ne savons pas grand'chose des causes efficientes. On a également accusé les diathèses morbides, mais je préfère ne pas insister sur cette question obscure.

En fait, dans la métrite dont je viens de vous faire le tableau, il y a différentes sortes de lésions : gonflement, sécrétion purulente, ulcération du col. Quelles sont parmi ces lésions celles qui sont primitives et celles qui sont secondaires, l'ulcération du col est-elle primitive et est-elle la cause des autres lésions inflammatoires? Je ne nie pas que dans certaines circonstances le fait ne puisse se produire, mais je crois que dans tous les cas de métrite qui sont si fréquents, l'ulcération est secondaire. La preuve en sera donnée dans la suite de cette communication. Je reviens donc aux traitements employés ou au moins aux traitements que j'ai vu employer.

J'ai vu faire un très grand usage des cautérisations au nitrate d'argent et des pansements, émollients, astringents, etc. M. le D[r] Huguier, mon maître de Beaujon, faisait des incisions à la face interne du col, puis il plaçait dans cette cavité un crayon de nitrate d'argent qu'il y laissait se dissoudre, je ne lui ai pas vu obtenir par ce procédé des résultats fort remarquables. J'ai vu employer des crayons de tannin et de gomme, etc., différents moyens qui ne guérissaient pas le mal et qui, assez souvent, ont provoqué des accidents très graves même dans des cas fort simples où le chirurgien avait eu la main forcée par la malade.

Est-ce à dire qu'on ne puisse pas guérir une ulcération du col par les applications locales? Loin de moi cette pensée. Mais combien de temps dure cette guérison? Il m'est arrivé fort souvent de rencontrer des cas semblables, de faire suivre un long traitement grâce auquel l'ulcération finissait par se cicatriser, mais aussitôt que le traitement était suspendu, l'ulcère et les accidents inflammatoires, l'écoulement reparaissant, j'en ai conclu que l'ulcération du col était un phénomène secondaire déterminé et entretenu par l'inflammation et l'engorgement de l'utérus. Ce n'est donc qu'un épiphénomène et, au point de vue de la pathogénie de l'inflammation de l'utérus, voilà un premier point d'acquis. Je vais employer une comparaison plus ou moins exacte, mais qui fera parfaitement ressortir mes idées sur

la nature et la marche des accidents dans l'inflammation utérine ; je compare dans ce cas l'utérus à la jambe atteinte d'ulcère variqueux : il y a engorgement et tuméfaction inflammatoire du membre, et c'est sur ce terrain ainsi préparé que se développe et végète l'ulcère ; la comparaison peut se poursuivre pour le traitement, que faut-il faire pour la guérison de l'ulcère variqueux ? Peu de chose comme traitement local, mais il faut, par des moyens appropriés (le repos principalement), faire disparaître l'engorgement du membre. Pour la métrite, je n'agis pas autrement : je dirige mon traitement contre l'engorgement de l'utérus et j'arrive à ce résultat par des révulsions puissantes opérées sur le col par des cautérisations au fer rouge ; pour moi, ces cautérisations produisent une révulsion puissante sur tout l'organe.

La cautérisation de l'utérus avec le fer rouge combiné avec le repos dans la position horizontale qui favorise le mieux la circulation du sang veineux donne les résultats les plus remarquables : le corps de l'utérus diminue de volume et reprend sa place ; le col, dont l'ulcère est guéri, reprend son aspect normal ; les sécrétions morbides ont disparu et tout cela après trois ou quatre cautérisations. Je pourrais citer plusieurs exemples de guérison obtenues ainsi en quelques semaines et qui se sont maintenues depuis chez des dames qui avaient suivi de longs traitements sans résultats. J'en connais une qui a été malade pendant plus de 10 ans, malgré tous les traitements et qui a été débarrassée très rapidement enfin par les cautérisations du col avec le fer rouge.

Je ne crains pas de faire de bonnes cautérisations, ce moyen n'étant pas douloureux ni dangereux. Dans les nombreuses opérations que j'ai faites, je n'ai jamais observé le moindre accident.

Pour moi, l'application du feu a une action révulsive très évidente sur l'utérus et elle n'agit pas seulement comme cautérisante sur l'ulcération du col, son action porte beaucoup plus loin ; elle agit surtout sur le corps de l'organe. C'est là la propriété que je voulais mettre en relief.

M. LALLEMENT

Professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

OBSERVATION DE HERNIE DIAPHRAGMATIQUE CHEZ UN HOMME DE 47 ANS

— *Séance du 19 août 1886.* —

Observation. — Lhuillier (Joseph), âgé de 47 ans, manœuvre dans un établissement industriel important des environs de Nancy, fait une chute en conduisant une brouette et tombe le côté droit sur une barre de fer horizontalement placée. Vive douleur dans le côté; puis hématurie qui semble cesser après quelques jours, et le blessé peut se lever. Dix jours après, l'hématurie reparaît en même temps qu'éclatent les symptômes d'une hémorrhagie abdominale profonde; la mort survient le douzième jour.

L'autopsie, provoquée par le directeur de l'établissement en vue de rechercher la cause de la mort, démontre une quantité très considérable de sang en partie coagulé dans les cavités abdominale et pelvienne. Cette hémorrhagie a pour point de départ le rein droit, lequel est déchiré dans la moitié de son épaisseur, de sa face postérieure jusqu'à la cavité du bassinet; après avoir distendu l'atmosphère celluleuse périrénale, le sang s'est infiltré dans le mésocôlon lombaire droit et dans le mésocœcum d'une part, et d'autre part s'est répandu dans la cavité abdominale par une déchirure du péritoine d'une étendue de 5 à 6 centimètres.

Cette rupture du rein à la suite d'une chute de médiocre importance s'explique par une altération ancienne de cet organe. En effet, dans une zone parfaitement délimitée comprenant le tiers environ du parenchyme, le tissu rénal présente un aspect jaunâtre et une consistance très friable, une sorte de dégénérescence scléreuse; c'est au milieu de ce tissu ainsi altéré que la rupture s'est produite. De plus, au niveau du rein, précisément au point de sa déchirure, le péritoine est épaissi par des dépôts fibrineux d'ancienne formation. Il est plus que probable que ces lésions, de date éloignée, reconnaissent pour cause un accident dont cet homme avait été victime trois ans avant sa mort; à cette époque, il avait été pris entre deux tampons de wagons et frappé dans le flanc droit; une douleur intense en était résultée, mais sans signe de péritonite, c'est-à-dire sans vomissements, ni phénomènes abdominaux. Cinq semaines après, le blessé était considéré comme guéri et il avait repris son travail quinze jours plus tard.

Maintenant voici le point intéressant de l'observation. En examinant les viscères, le sang répandu dans l'abdomen étant enlevé, nous sommes bien surpris de ne pas rencontrer l'estomac. Le duodénum remonte sous la face inférieure du foie jusque sous le diaphragme qui présente un large orifice par lequel la main s'introduit jusqu'au sommet du côté gauche du thorax. A l'ouverture de la poitrine, l'estomac se trouve remplir la cavité pleurale gauche; il est replié sur lui-même, c'est-à-dire que son extrémité pylorique placée en avant se continue avec le duodénum, tandis que le cardia est resté dans sa position normale, en arrière, maintenu par l'anneau diaphragmatique et replié en forme d'anse à concavité supérieure pour se continuer avec l'estomac à travers l'orifice de la hernie.

Une portion du côlon transverse, côté gauche, pénètre aussi dans cet orifice

avec une partie du grand épiploon ; elle est ramenée facilement en bas dans l'abdomen, bien que l'épiploon ait contracté des adhérences assez lâches avec la partie antérieure du pourtour de l'orifice herniaire.

Il est aussi facile de faire repasser l'estomac de la plèvre dans la cavité abdominale, cependant des tractus celluleux assez longs relient la grande courbure de l'estomac avec la partie gauche postérieure de l'orifice diaphragmatique.

La plèvre gauche ne présente aucune trace d'inflammation ; elle est parfaitement lisse, humide comme à l'état normal. Le poumon gauche, très réduit de volume, mais sain en apparence, est refoulé complètement dans la gouttière costo-vertébrale ; une seule bride à sa partie inférieure maintient sa base en rapport avec ce qui reste du diaphragme en arrière ; au sommet se trouvent quelques adhérences légères.

Le poumon droit est rattaché à la plèvre costale par de nombreuses adhérences anciennes.

Le foie présente ses rapports accoutumés avec la face inférieure du diaphragme intacte de ce côté.

La rate normale est restée dans l'hypochondre gauche ; le rein gauche est sain.

L'orifice par lequel le diaphragme donne passage à l'estomac et à une partie du côlon transverse est circonscrit par un rebord un peu épaissi, comme fibreux, sur lequel semblent s'insérer les fibres musculaires radiées du diaphragme. La forme de cet orifice est ovalaire, à grand diamètre transversal mesurant 7 centimètres ; il occupe le foliole gauche et la partie adjacente du foliole médian du trèfle aponévrotique, de telle sorte qu'une bandelette de moins de deux centimètres de largeur le sépare de l'anneau œsophagien. Sur son pourtour, la plèvre semble se continuer avec la séreuse péritonéale ; nous avons dit qu'il donnait insertion à des adhérences avec le grand épiploon d'une part et avec la grande courbure de l'estomac d'autre part.

Voici quelques détails complémentaires sur les antécédents du porteur de cette hernie. C'était un homme assez grand, maigre, un peu voûté, au teint toujours d'un jaune grisâtre. Il était marié et père de sept enfants. Son père, charpentier, est mort à 40 ans en tombant d'un échafaudage ; sa mère vit encore, elle est âgée de 67 ans ; il n'avait qu'un frère qui se porte bien. Lhuillier passa sept ans comme militaire en France et en Algérie, où il eut la fièvre intermittente. Libéré du service, il travailla en qualité de manœuvre dans les salines et pendant 15 ans qu'il y fut employé, il n'a jamais été malade. Après son premier accident, c'est-à-dire après le coup de tampon qu'il reçut trois ans avant sa mort, il se plaignait rarement de douleurs dans la région lombaire droite ; avant comme après, il mangeait et digérait bien ; depuis cependant il buvait plus d'eau-de-vie, trouvant que ce breuvage calmait les douleurs qu'il éprouvait parfois dans le flanc droit. Il ne toussait pas.

En résumé, à travers un large orifice du centre aponévrotique du diaphragme, l'estomac entier et une partie du côlon transverse ont pénétré dans la cavité pleurale gauche et y ont habité incontestablement un temps plus ou moins long, sans troubles fonctionnels appréciables et sans empêcher cet homme de se livrer au travail pénible de manœuvre.

Laissant de côté les réflexions que pourrait suggérer une telle lésion au point de vue physiologique, la principale question qui nous paraît se poser est celle-ci : un tel déplacement de viscères abdominaux est-il congénital ou acquis ?

D'après la description que nous avons donnée, cette hernie rentre dans la catégorie des hernies que Duguet, dans sa thèse (1866), a dénommées *hernies en boutonnière.* Cet auteur a divisé les hernies diaphragmatiques dépourvues de sac en hernies avec *ouverture en forme de croissant,* et en hernies avec *ouverture en forme de boutonnière.* Dans les premières, l'orifice est limité d'un côté par la portion subsistante de diaphragme, et de l'autre par les parois abdominale et costale se continuant sans ligne de démarcation, et affecte la forme d'un croissant; elles sont toujours congénitales et elles sont dues à un arrêt de développement du diaphragme. L'orifice *en boutonnière* des hernies du second groupe est circonscrit complètement par le diaphragme; ces hernies siègent presque exclusivement du côté gauche et n'ont été observées que chez des adultes. D'après Duguet, elles doivent être considérées comme des hernies par rupture du diaphragme, c'est-à-dire qu'elles sont acquises. Dans cette rupture restée béante, les viscères abdominaux ne se sont engagés que plus tard, plus ou moins longtemps après la cicatrisation du pourtour de la déchirure. Il ne répugne pas à M. Duguet que cette rupture se soit opérée à une époque plus ou moins éloignée, au milieu d'autres accidents oubliés par le malade lui-même.

Au premier abord, on est peu disposé à admettre qu'une telle lésion ait pu se former à un moment donné de l'existence d'un homme et se développer successivement sans troubles manifestes. Cependant, en y réfléchissant, si ce déplacement était congénital, comment le développement organique général aurait-il pu se faire? D'ailleurs l'analyse des observations à laquelle s'est livré M. Duguet entraîne la conviction. En effet, il établit que ces hernies diaphragmatiques sans sac, à *ouverture en boutonnière,* n'ont rien de fixe dans leur siège ni de régulier dans leur forme, qu'elles ne se rencontrent que chez des adultes et nullement chez le nouveau-né; qu'elles sont plus fréquentes chez les hommes que chez les femmes; qu'elles sont toutes produites dans la moitié gauche du diaphragme, enfin qu'elles ressemblent, anatomiquement et symptomatiquement, aux hernies traumatiques et doivent être considérées comme telles.

Notre observation ne vient-elle pas confirmer la manière de voir de M. Duguet? Après une existence déjà longue, militaire, ouvrier, notre sujet, trois ans avant l'accident mortel, avait été pris entre deux tampons de wagons et frappé dans le flanc droit assez sérieusement pour contondre gravement le rein. Par suite de cette compression de l'abdomen, on peut admettre que le diaphragme avait cédé à la pression des viscères abdominaux et qu'il s'était déchiré dans une étendue plus ou moins considérable, sans cependant donner lieu à des accidents péritonéaux. Rien, d'ailleurs, ne s'oppose à admettre que, dans ces

circonstances, il y ait une prédisposition consistant en un amincissement du diaphragme, soit dans son centre aponévrotique, soit dans le plan de ses fibres musculaires radiées.

Je n'ai nullement l'intention de reprendre tous les faits de hernie diaphragmatique relevés par Duguet, par Larcher et par les auteurs classiques ; cependant, dans les observations que j'ai pu trouver depuis ces travaux d'importance fondamentale sur ce sujet, nous voyons mentionnées des lésions anatomiques très semblables à celles que j'ai décrites et des circonstances de fait de nature à faire admettre un développement analogue de la hernie.

Je citerai spécialement une observation publiée par Dietz (thèse inaugurale de Strasbourg, 1881), recueillie dans la clinique de Kussmaul.

Il s'agit d'un jardinier âgé de 60 ans, mort d'un cancer du foie, sur lequel on trouve dans la cavité pleurale gauche l'estomac replié sur lui-même et une longueur de 35 centimètres du gros intestin ; la partie supérieure de la rate et une partie du foie cancéreux s'engageaient dans l'orifice qui mesurait 7 centimètres de longueur transversale et 3 centimètres de largeur antéro-postérieure. L'œsophage se réfléchissait de bas en haut pour pénétrer dans l'ouverture phrénique ; le pylore paraissait comprimé par le rebord de l'orifice. Celui-ci occupait le foliole gauche du centre aponévrotique et était circonscrit par un rebord fibreux, duquel partaient les fibres musculaires. L'ouverture siégeait à gauche du péricarde. A part la présence de la rate et d'une partie du foie cancéreux dans l'ouverture, la disposition des organes déplacés est absolument la même que dans notre observation.

Le docteur Dietz admet que cette hernie est acquise et qu'elle doit son origine à une chute du haut d'un arbre faite 14 ans auparavant et suivie de contusion de la hanche et de douleurs dans le côté gauche de la poitrine pendant quelques jours, qui n'obligèrent pas cependant le blessé à s'arrêter. La lésion dut se compléter par suite d'accidents ultérieurs, comme une chute avec écrasement par le poids d'une vache.

Sous l'influence d'une forte compression des parois abdominales ou d'un choc de bas en haut, l'auteur admet que le centre phrénique du diaphragme peut céder, se distendre et l'estomac s'insinuer peu à peu dans la cavité pleurale. Il admet aussi que cette même distension peut se produire par un violent effort par compression des poumons, dans une contusion de la poitrine, la glotte se fermant sous l'influence de la terreur.

Voilà bien une étiologie complètement d'accord avec celle que soupçonnait M. Duguet.

Je rappellerai encore une présentation faite par M. Cayla à la Société anatomique en novembre 1884. Le malade succomba à un étranglement de la portion pylorique de l'estomac engagée dans l'anneau. La dissection démontra que les faisceaux musculaires du diaphragme avaient été seulement écartés et que le péritoine ne se continuait pas directement avec la plèvre au niveau de l'orifice. M. Cayla conclut à une hernie acquise existant depuis longtemps, et il se demande si des vomissements dont fut atteint le malade six ans auparavant et attribués à une colique saturnine n'avaient pas été les premiers signes d'une hernie en voie de formation.

Cependant l'opinion des auteurs n'est pas unanime. C'est ainsi que dans les *Archives de médecine* (1882, vol. 1) se trouve le résumé d'une observation, recueillie par Hénic, de hernie diaphragmatique étranglée chez une femme de 44 ans, au cinquième mois d'une troisième grossesse; elle était constituée par une portion d'intestin grêle d'un mètre et demi de longueur, une portion d'épiploon et par la queue du pancréas qui s'étaient engagées par un orifice de trois centimètres de diamètre siégeant au milieu du centre phrénique. L'auteur prétend qu'il s'agit d'un orifice *congénital* qui se serait distendu sous l'influence de la grossesse.

Je n'ai pu me procurer le texte de l'observation et par conséquent il m'est impossible de discuter cette interprétation. Néanmoins, *à priori*, rien n'empêche de penser qu'une rupture antécédente du diaphragme ait pu s'exagérer dans le cours d'une grossesse et permettre le développement de la hernie et son étranglement.

Pour en revenir au fait que j'ai observé et dont j'ai l'honneur de mettre la pièce sous les yeux de la section, je conclus que le coup de tampon reçu trois ans avant la mort paraît avoir été le point de départ de la hernie diaphragmatique. Ce fait me semble confirmer le mode de formation des hernies diaphragmatiques sans sac, avec orifice en boutonnière invoqué par Duguet, Dietz et Kussmaul, c'est-à-dire qu'il tend à démontrer que ces hernies sont acquises et dépendent d'un traumatisme indirect.

Nota. — Dans un fait publié à Florence par Lacchi (1882), observé sur le cadavre d'un homme de 68 ans (*Revue des sciences médicales de Hayem*, t. XIX, p. 655), la solution de continuité du diaphragme arrondie, large d'une dizaine de centimètres, siégeant sur le centre phrénique, à droite, au-devant du trou de la veine cave, donne passage au foie, à la petite tubérosité de l'estomac et à une longueur de 60 centimètres du gros intestin adhérent à la paroi thoracique.

M. STOEBER

A Nancy.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU GLIOME DE LA RÉTINE

— *Séance du 19 août 1886.* —

Parmi les tumeurs des membranes du fond de l'œil, une des plus fréquentes est le gliome de la rétine ; le diagnostic ophthalmoscopique en est très facile, par suite de l'apparence toute singulière qu'elle donne à l'œil (on l'a nommée œil de chat amaurotique) ; de plus, cette néoplasie ne se développe jamais que chez les tout jeunes enfants.

Nous ne voulons pas nous arrêter à décrire la symptomatologie de cette affection relativement rare ; on sait qu'elle se développe très rapidement, que la vision se perd dès les premiers temps de la formation de la tumeur, alors que la tension intra-oculaire s'accroît et provoque des douleurs intra et sus-orbitaires qui font pousser des cris aux petits malades ; dès l'apparition du symptôme douleur, la coloration de la pupille change ; elle est dilatée d'une façon permanente et de brune ou noire qu'elle était, elle passe au gris, puis au jaune calcaire, rappelant quelque peu la teinte caractéristique d'une cataracte crétifiée ; souvent l'œil amaurotique est atteint de strabisme convergent. Tant que l'affection est au début de son cycle, ces symptômes restent les mêmes, mais, dès que le néoplasme fait des progrès et, s'étendant de proche en proche, gagne les membranes antérieures de l'œil, que, fait remarquable et fréquent, il perfore la coque fibreuse de la sclérotique en arrière et englobe les tissus mous qui garnissent le fond de la cavité orbitaire, nous assistons au développement d'une exophthalmie de plus en plus considérable, compliquée de blépharophimosis et d'accidents de compression vasculaire et nerveuse variant avec le volume de l'œil atteint. Le sommeil de l'enfant est troublé et devient irrégulier ; son caractère se modifie et la santé générale s'altère.

Si à ce moment on n'intervient pas et qu'on ne supprime la cause de tous ces phénomènes, le petit malade ne tarde pas à succomber à des accidents encéphaliques et méningitiques. Lorsqu'au contraire on pratique l'énucléation de l'œil, ainsi que le nettoiement aussi complet que possible de la cavité orbitaire, s'il y a lieu, c'est-à-dire si la pullulation des éléments morbides a envahi le tissu conjonctif et graisseux de l'orbite et a gagné la partie extracrânienne du nerf optique, on peut

espérer, non sauver la vie de l'enfant, mais du moins la prolonger d'un temps quelquefois très grand, comme le prouve l'observation de Landolt, 3 à 4 ans. Cette intervention est d'autant plus urgente, que le pronostic de l'affection est fatal et que tout malade à qui on ne l'applique pas meurt dans un espace de temps au maximum de 2 à 2 ans et demi.

Nous appellerons aujourd'hui votre attention sur ces deux yeux énucléés pour gliome rétinien à notre clinique dans le courant de cette année; tous deux sont arrivés à cet âge où la néoplasie a franchi les barrières de l'œil et s'est étendue en arrière de cet organe; dans le premier, dont le volume est bien moindre que celui du deuxième, vous pourrez voir que la partie antérieure, cornée, iris, chambre antérieure, cristallin, sont en place. Un peu en arrière de l'*ora serrata* on observe que les membranes rétine, choroïde, sont décollées. On peut les suivre dans presque tout leur parcours. La sclérotique est très nettement indiquée et intacte; le corps vitré est coagulé et forme une masse de couleur plus claire en arrière de laquelle et séparée par la rétine paraît la néoplasie qui se continue dans les mêmes conditions de l'autre côté de la sclérotique dans l'orbite et en avant le long de cette membrane jusqu'à la chambre antérieure et la cornée qui en est infiltrée. Le nerf optique est difficile à trouver; il est plus épais que normalement et farci de granulations et cellules gliomateuses.

Au microscope, on rencontre dans tous ces points atteints par la tumeur, des quantités considérables de cellules légèrement polyédriques à noyaux, de capillaires sanguins et de quelques fibres de stroma; toutes les membranes, ainsi que tous les milieux ont participé chacun dans une certaine mesure à l'infection néoplasique. Quelle est la nature du gliome de la rétine? D'après la description microscopique que je viens de vous faire, et j'insiste sur ce point, nous voyons une masse de cellules assez petites, à contours bien définis, à protoplasme peu abondant et dont l'intérieur est rempli tantôt de granulations très fines (dégénérescence), tantôt de noyaux volumineux. Dans la masse qui occupe le pôle postérieur de l'œil et la face externe de la sclérotique, nous trouvons un grand nombre de vaisseaux plus ou moins volumineux, dont la présence a valu à ce genre de tumeur le nom de fungus hématode (Lawrence, Mackensie). Les auteurs modernes l'ont appelé sarcome globocellulaire lymphadénoïde (Rindfleisch), sarcome névroglique (Cornil et Ranvier), d'après l'apparence qu'il présente et l'origine qu'on lui suppose.

Le centre de ces tumeurs est généralement en état de dégénérescence graisseuse : nous l'avons observé très nettement dans le second cas que nous vous présentons; l'énucléation avait présenté de grandes

difficultés dès le début, et, au moment où l'on sectionnait les masses situées en arrière de l'œil, nous avons été surpris de voir une quantité assez notable de matière, rappelant le pus, s'écouler par l'incision. Quant à l'origine du gliome de la rétine, elle est encore discutée. Hirschberg la place dans la couche granulée interne de la rétine et rapporte qu'elle se présente, au début, sous la forme d'une masse limitée, molle, vasculaire, ou bien sous l'apparence d'un épaississement de toute la rétine. Manfredi, de Modène, en place l'origine, non dans la limitante interne, membrane anhiste, sans noyaux et non susceptible de devenir le point de départ d'une telle prolifération, mais dans les éléments cellulaires de la face interne, de la limitante interne et surtout dans le noyau placé dans l'épanouissement des fibres de Müller. Iwanoff trouve que la tumeur à l'origine se développe aux dépens des cellules du tissu cellulaire qui siègent dans la couche des fibres nerveuses et dans la tunique adventice des vaisseaux, plus tard aux dépens des cellules de la couche granuleuse interne et des noyaux des fibres radiées. D'après Poncet, de Cluny, les cellules du gliome étant colorées par la purpurine sont de nature connective. Kuhnt et Otto Becker ont démontré que les fibres conjonctives sont pourvues, dans la couche interne des grains, de grains spéciaux munis de nombreux angles; ils ont appelé *Gliazellen* ces cellules spéciales de la névroglie rétinienne; ces cellules sont surtout abondantes dans la couche interne des grains, mais on les rencontre, surtout chez le nouveau-né et chez l'enfant, dans les couches de fibres optiques et dans les couches externes des grains; elles deviennent de plus en plus rares avec les progrès de l'âge et disparaissent chez l'adulte. C'est ce qui expliquerait l'absence de développement du gliome dans l'âge adulte; on peut encore admettre l'opinion de Poncet pour élucider cette particularité: les néoplasmes ramènent les tissus à l'état embryonnaire pour la rétine, toutes les couches sont d'origine épithéliale; pour les vaisseaux, la tumeur part de l'endothélium; le gliome serait donc une névroglie revenant à l'état embryonnaire. En tout état de cause et quelles que soient les divergences d'opinion des nombreux auteurs qui ont travaillé la question, nous admettrons que le gliome de la rétine est un sarcome à cellules nombreuses et rondes avec un contenu protoplasmique peu abondant et un noyau volumineux; peu de tissu aréolaire, mais grande quantité de vaisseaux. Toutefois, comme on peut l'observer sur deux de nos préparations microscopiques, les masses cellulaires qui sont accolées à la membrane de Descemet n'ont pas de vaisseaux et paraissent trouver leur nutrition dans la substance même de la cornée.

M. CHARPENTIER

Professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

NOUVEL INSTRUMENT POUR L'EXPLORATION FONCTIONNELLE DE LA RETINE, ET NOUVELLE MÉTHODE POUR LA DÉTERMINATION DE LA PERCEPTION DES COULEURS

— *Séance du 19 août 1886.* —

J'ai l'honneur de présenter un instrument nouveau destiné à l'examen clinique des fonctions visuelles.

Cet instrument rappelle un appareil que j'ai déjà décrit ailleurs, notamment dans mon ouvrage sur l'examen de la vision, mais il en diffère par des additions et des modifications importantes.

Il peut servir :

1° A l'examen de la sensibilité lumineuse par la méthode du minimum perceptible;

2° A l'examen de la perception des couleurs d'après la même méthode;

3° A l'examen de la perception des différences de clarté ou perception différentielle, dans la lumière blanche et dans la lumière colorée ;

4° A l'examen de la perception des couleurs d'après une méthode nouvelle, consistant à faire paraître sur fond incolore une surface colorée de plus en plus intense et saturée jusqu'à reconnaissance de la couleur par l'œil.

Les principes sur lesquels reposent ces méthodes d'exploration, qui peuvent rendre de grands services dans tous les cas où les fonctions de la rétine sont troublées d'une manière quelconque par une cause locale ou générale, ont été indiqués dans une série de travaux précédents à laquelle je renvoie. (V. *Archives d'ophtalmologie, passim.*)

L'instrument se compose :

1° D'un tube de cuivre horizontal d'environ 0m,05 de diamètre supporté par un pied fixé sur une tablette de bois.

Ce tube est fermé à chaque extrémité par un verre dépoli, auquel on peut substituer au besoin un disque translucide quelconque, en papier, en porcelaine, etc. De plus, grâce à deux lentilles convergentes presque contiguës, l'image du verre dépoli postérieur se forme sur le disque antérieur.

Un écran à ouverture variable se place entre les deux lentilles et permet de découvrir une surface variable sur ces lentilles, et par conséquent de régler à volonté l'éclairage du verre dépoli antérieur. Cet éclairage est en effet proportionnel à la surface libre de l'ouverture du

diaphragme en question. Cette surface libre est toujours un carré dont le côté est indiqué en millimètres sur une graduation extérieure. Le carré de ce côté indique l'éclairage relatif du verre dépoli antérieur.

2° Le verre dépoli antérieur est placé au fond d'un tube oculaire par lequel on regarde et qui constitue, lorsque l'œil est placé à l'entrée, une chambre absolument noire.

Ce tube oculaire se raccorde avec le premier tube à lentilles par une boîte carrée dont le côté gauche peut être ouvert ou fermé à volonté. Lorsque la paroi gauche existe, l'instrument sert à la détermination du minimum perceptible. Une lampe, sur laquelle je reviendrai, éclaire la partie postérieure de l'instrument. Cette lampe est à huile et peut être regardée comme donnant un éclairage constant. (Elle peut être supprimée et l'instrument éclairé par la lumière du jour.)

Un appendice spécial placé entre la partie postérieure de l'instrument et la source lumineuse peut recevoir des verres de couleurs servant à déterminer le minimum de couleur perceptible. Quatre verres suffisent : rouge, jaune, vert, bleu. Le jaune même peut être supprimé, car on n'en peut pas trouver d'assez pur, mais cette condition de pureté est accessoire.

Pour déterminer le minimum perceptible soit comme lumière, soit comme couleur, on ferme le diaphragme graduateur, puis l'œil à examiner étant placé dans la coque de l'oculaire, on ouvre graduellement le diaphragme jusqu'à perception soit de la lumière, soit de la couleur. Je ne parle pas des détails de cette opération, ni des précautions nécessaires; j'y ai insisté ailleurs.

Il est bon de ne pas utiliser toute la surface du cercle translucide présenté à l'œil. On le recouvre d'un cercle de papier noir au centre duquel est découpée une ouverture circulaire ou carrée de 1 à 2 centimètres de large.

3° Veut-on explorer la perception différentielle, de nouvelles dispositions interviennent.

D'abord on enlève la paroi gauche de la caisse carrée déjà décrite. Cette paroi reçoit, par une glace inclinée à 45° et à surface réfléchissante tournée vers la partie postérieure de l'instrument, les rayons de la lampe, laquelle est pour cela déplacée à gauche par rapport à l'axe antéro-postérieur de l'instrument. Ces rayons sont renvoyés sur une pile de glaces à la fois transparentes et réfléchissantes disposée suivant la diagonale de la caisse carrée et formant avec le miroir un angle de 90° degrés. Cette pile de glaces renvoie elle-même les rayons sur le verre dépoli vu par l'œil; ce verre dépoli ou le papier qui le remplace est donc éclairé d'une façon constante par la lampe, ou, celle-ci étant enlevée, par les rayons solaires.

Le disque éclairé recouvre un écran opaque à ouverture centrale, et cette ouverture peut recevoir un supplément de clarté par le fonctionnement du diaphragme graduateur déjà décrit. Donc, à un moment donné, si cet éclairage supplémentaire est suffisant, l'œil verra se détacher sur une surface circulaire uniforme un rond ou un carré plus lumineux.

La délicatesse de la perception différentielle est évidemment d'autant plus grande qu'il faut moins de lumière supplémentaire pour faire distinguer le rond ou le carré par rapport au fond, ou qu'il faut moins ouvrir le diaphragme graduateur.

La lampe, ai-je dit, n'est pas exactement derrière l'instrument, mais ses rayons sont amenés dans l'axe de ce dernier par un miroir à 45° disposé à la partie postérieure.

La même lampe éclaire donc à la fois le fond uniforme et la surface centrale à distinguer de ce fond. Si par hasard l'intensité lumineuse de la lampe variait, cette variation porterait donc également sur le fond et sur la partie centrale et serait négligeable.

On peut du reste supprimer la lampe et le miroir postérieur et éclairer l'instrument par les rayons du jour.

Pour l'examen de la perception différentielle avec la lumière blanche (ou un peu jaunâtre de la lampe) il suffit donc d'enlever la paroi gauche de la boîte carrée et de répéter la même manœuvre que pour l'évaluation du minimum perceptible.

Si l'on désire explorer la perception différentielle pour les différentes couleurs, on placera un verre coloré à la partie postérieure de l'instrument et un second verre identique contre la paroi gauche de la boîte carrée antérieure.

Pour l'étude de la perception des couleurs d'après la méthode nouvelle ci-dessus indiquée, on laissera les rayons directs de la lampe ou du jour éclairer la partie antérieure du verre dépoli regardé par l'œil (on enlèvera donc le verre de couleur placé contre la boîte carrée) tandis que le carré central recevra par derrière et par l'intermédiaire du diaphragme graduateur, de la lumière colorée de plus en plus intense.

L'œil percevra donc, sur un fond incolore, une surface de plus en plus colorée, et le sujet indiquera le moment où l'ouverture du diaphragme sera suffisante pour permettre la reconnaissance de la couleur, ou tout au moins la perception d'un carré clair central. Plus l'ouverture nécessaire sera grande et moins sera bonne la perception chromatique. Quant aux chiffres normaux, ils varient suivant la nature de chaque verre coloré; ils sont donc différents pour les différentes couleurs explorées et doivent être déterminés une fois pour toutes.

M. LANNEGRACE

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

TROUBLES VISUELS D'ORIGINE CORTICALE

— *Séance du 19 août 1886.* —

Cette note a pour but :

1° De déterminer les régions corticales du cerveau, dont la lésion entraîne des troubles visuels ;

2° De déterminer la nature des troubles visuels provoqués par la lésion de chaque région spéciale du cerveau ;

3° De déterminer le mécanisme des troubles visuels d'origine corticale.

Elle a été édifiée d'après les résultats d'extirpations corticales pratiquées au thermo-cautère sur une série de chiens, chez lesquels j'ai pu, par une bonne technique et une antisepsie rigoureuse, éviter toute hémorrhagie primitive ou secondaire et toute propagation de l'inflammation loin des parties intentionnellement détruites.

I.

1° On peut produire des troubles visuels non seulement par la lésion de la région occipitale, mais encore par la lésion des régions temporale, pariétale, frontale, en un mot par la lésion des divers points de la convexité presque tout entière du cerveau.

2° Les lésions unilatérales ne produisent que des troubles visuels temporaires.

3° L'étendue de la lésion exerce une influence considérable sur la durée et l'intensité des troubles visuels. Une lésion restreinte, de 1 centimètre de diamètre, ne produit pas nécessairement de trouble visuel ; si un trouble visuel se produit, il peut être marqué et disparaître en quelques jours. Une lésion assez étendue, de 2 centimètres de diamètre, produit constamment des troubles visuels ; ces troubles sont plus ou moins intenses ; ils persistent une ou plusieurs semaines.

II.

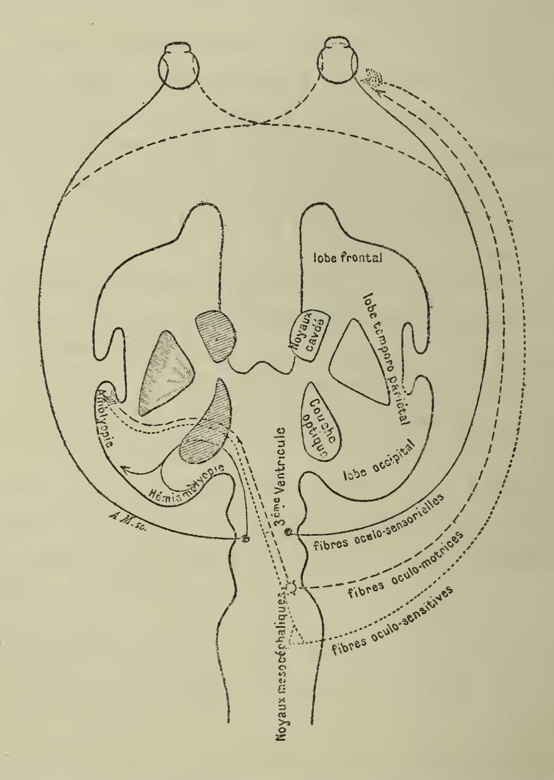
4° Chez les animaux, il est extrêmement difficile d'acquérir une certitude absolue sur la nature exacte des troubles visuels; il faut juger souvent d'après une impression générale. Néanmoins, par un examen

attentif, par des épreuves variées et réitérées, ne provoquant pas les sens de l'olfaction ou de l'ouïe, on peut arriver à se faire une opinion suffisamment précise.

5° Les troubles visuels diffèrent de nature suivant le siège de la lésion : les lésions occipitales produisent plus spécialement des troubles dimidiés ; les lésions des parties antéro-moyennes de la convexité de l'écorce produisent plus spécialement des troubles croisés.

Les lésions corticales ne suppriment jamais complètement la fonction de la totalité ou d'une partie quelconque de la rétine ; elles affaiblissent simplement la fonction visuelle. Je n'ai jamais observé de cécité ou d'hémiopie absolues ; je n'ai observé, suivant les cas, que de l'amblyopie ou de l'hémiamblyopie à un degré plus ou moins accentué. Ceci paraît prouver que le mésocéphale joue un rôle très important dans la vision.

Dans les troubles visuels d'origine corticale, la partie du champ visuel qui correspond à la région de la vue distincte (à la *Macula lutea*),



est la moins altérée. On conçoit que les parties de la rétine, dont l'acuité est la plus vive, soient celles qui paraissent le moins affectées par la lésion corticale.

Mes résultats peuvent être formulés par les deux propositions suivantes :

a) *Les lésions du lobe occipital donnent plus spécialement lieu à une hémiamblyopie latérale homonyme, paraissant s'atténuer dans la région de la* Macula lutea.

b) *Les lésions des lobes frontal, temporal, pariétal donnent plus spécialement lieu à de l'amblyopie croisée, paraissant s'atténuer dans la région de la* Macula lutea.

En réalité, la convexité de l'écorce se décompose en deux zones ayant une action distincte sur la vue ; une zone à action dimidiée, et une zone à action complètement croisée. Pour des raisons que j'indiquerai plus loin, j'appellerai la première *zone sensorielle* et la seconde *zone sensitivo-motrice*.

6° Si une lésion s'étend aux deux zones, les deux ordres de troubles visuels se superposent ; et la fonction des deux yeux est simultanément compromise, l'amblyopie croisée s'associant à l'hémiamblyopie homonyme.

7° Ma zone sensorielle correspond au centre visuel de Munck. Il semble bien, comme l'a indiqué ce physiologiste, que cette zone soit plus spécialement en rapport par sa partie latérale externe avec la moitié externe de la rétine du même côté, et par sa partie latérale interne avec la moitié interne de la rétine du côté opposé. Mais les faits ne permettent pas de pousser plus loin la correspondance entre les parties rétiniennes et les parties occipitales, ni même d'admettre une correspondance exclusive.

8° Ma zone sensitivo-motrice est assez étendue. Mais dans cette zone, les régions, dont l'excitation électrique provoque plus spécialement des mouvements du globe oculaire, sont aussi celles dont la lésion trouble plus nettement la fonction de l'œil opposé.

9° Les lésions de la zone sensorielle ne déterminent aucun trouble manifeste de la sensibilité générale et de la motilité.

Il n'en est pas de même pour les lésions de la zone sensitivo-motrice.

Je passe sous silence les troubles divers que j'ai constatés dans les membres ou la queue. Mais je tiens à signaler ceux que j'ai constatés dans la région oculaire du côté opposé à la lésion, à cause de l'importance que je leur accorde :

Dans les muscles extrinsèques de l'œil, je n'ai jamais observé de véritable paralysie ; mais j'ai eu parfois à constater un certain degré très faible de parésie.

Dans les muscles intrinsèques de l'œil, j'ai noté un peu de paresse de l'iris ; aussi je suis porté à croire que le muscle choroïdien peut, à la suite de lésions corticales, perdre une partie du pouvoir nécessaire pour assurer une bonne accommodation.

Je n'ai jamais observé sur la conjonctive une anesthésie aussi complète que celle que j'ai pu noter sur d'autres régions du corps ; mais j'ai constaté que la conjonctive pouvait positivement perdre une partie de sa sensibilité.

L'œil devient plus saillant, chassieux, rouge, ce qui indique un certain trouble de nutrition ; je n'ai jamais, comme Couty, observé la suppuration de l'œil.

III.

10° Tous les auteurs ont cru que les troubles visuels d'origine corticale, de quelque nature qu'ils fussent, impliquaient la lésion des expansions cérébrales du nerf optique. A mon avis, il n'en est pas ainsi.

Le système nerveux oculaire se décompose en deux appareils :

L'un, *sensoriel,* ayant avec les centres des relations dimidiées;

L'autre, *sensitivo-moteur,* ayant avec le cerveau des relations complètement croisées.

Le mécanisme des troubles visuels consécutifs aux lésions corticales, peut se formuler par les deux propositions suivantes :

a) *L'hémiamblyopie résulte de la lésion corticale de l'appareil optique sensoriel ;*

b) *L'amblyopie croisée résulte de la lésion de la partie corticale de l'appareil optique sensitivo-moteur.*

Ma première proposition exprime une idée déjà ancienne dans la science.

Ma deuxième proposition exprime une idée complètement neuve. Je la fonde :

Sur ce que la clinique a démontré d'une façon incontestable l'influence des fonctions sensitivo-motrices de l'œil sur la vision ; et que j'ai constaté après les lésions de la zone antéro-moyenne du cerveau des troubles de la sensibilité, du mouvement et même de la nutrition dans l'œil opposé ;

Sur ce que le mécanisme que j'assigne à l'amblyopie croisée est d'accord avec la loi de Galien, qui établit l'action croisée du cerveau sur les organes de sensibilité générale et de mouvement;

Sur ce que le développement du cerveau après énucléation de l'œil chez les nouveau-nés (expér. de Fürtsner) démontre qu'il y a un rapport anatomique incontestable entre la région orbitaire et la zone antéro-moyenne de l'écorce du côté opposé.

Le schéma donne la représentation graphique de mes idées.

M. MER

Inspecteur adjoint des forêts à Nancy.

DES AMÉLIORATIONS A APPORTER DANS L'EXPLOITATION HERBAGÈRE DES VOSGES

— *Séance du 13 août 1886.* —

M. Mer expose les résultats qu'il a obtenus, après dix ans de recherches, dans son exploitation de Longemer (Vosges) à une altitude de 750 mètres. D'après les relevés de la statistique de 1882, un hectare de bonne prairie produit dans cette région 3,000 à 3,500 kilogr. de foin par an. Une vache laitière recevant en nourriture 5,000 kilogr. de foin et 150 kilogr. de tourteaux de colza, donne annuellement 2,000 litres de lait. Le lait converti en fromage de Munster rapporte au maximum 0 fr. 125 le litre.

M. Mer est arrivé à relever tous ces chiffres. Ses prairies ne produisaient par hectare que 1,500 kilogr. de foin, rendement très inférieur à la moyenne précitée. Elles fournissent actuellement une récolte de 5,000 à 6,000 kilogr. Les vaches donnent 3,500 litres de lait et son lait lui rapporte 0 fr. 175 le litre. Ces résultats ont été obtenus à la suite d'améliorations successives, réalisées à la fois dans l'exploitation du sol, dans celle du bétail et des produits de la laiterie.

Sol. — Les herbages dont il est ici question, sont situés, comme presque tous ceux de la région des Vosges comprise entre 600 et 1,000 mètres d'altitude, sur des dépôts morainiques remaniés par les torrents glaciaires ou sur des tourbières. Il ne sera question ici que des premiers. Ces moraines, formées de sables granitiques, supportent une couche de galets intercalés dans la terre végétale. Ces pierres ont été extraites par des défoncements pratiqués à l'aide du pic et de la charrue ; le sol a été aplani et une couche de terre végétale de $0^m,20$ d'épaisseur s'est trouvée ainsi constituée. Pendant une période transitoire de 4 ou 5 ans, ce sol ainsi remanié fut livré à diverses cultures (pommes de terre, seigle, avoine) et reçut d'abondantes fumures de fumier de ferme, puis il fut remis en herbages. Actuellement on répand chaque année en couverture sur ces herbages reconstitués, 25 mètres cubes de fumier à l'hectare, sans compter des arrosages fréquents au purin.

Bétail. — L'élevage des vaches laitières a été abandonné après divers essais, lesquels permirent de reconnaître qu'il ne pouvait se faire

économiquement, à cause de la rigueur du climat. Une trop longue stabulation est indispensable. Pour ce motif, et aussi par suite de la pauvreté du sol en phosphate de chaux, les jeunes bêtes n'acquièrent qu'un développement insuffisant. Les vaches sont achetées dans la plaine environnant les Vosges, et livrées à la boucherie 10 à 12 mois après leur entrée à la ferme. Elles reçoivent la ration suivante : 13 kilogr. de foin, ou l'équivalent en herbe fraîche, 3 kilogr. de tourteaux de sésame et de coco, 1 kilogr. de son. La relation nutritive est, on le voit, assez étroite, $\frac{1}{3,5}$. Grâce à cette alimentation substantielle, le rendement en lait a été doublé sans que le prix de la ration le fût. Les 3/4 de l'azote ingéré se retrouvent dans les déjections et n'ont, en somme, rien coûté. Chaque année on rend ainsi au terrain une quantité d'azote double de celle qui est prélevée par la récolte. Il en résulte un enrichissement rapide du sol.

Laiterie. — Un semblable résultat ne peut être atteint qu'à la condition de faire rapporter au litre de lait un prix sensiblement plus élevé que celui ayant cours dans la région. Pour cela, la combinaison suivante a été adoptée : des fromages de Munster sont fabriqués de juillet à janvier. Pendant les six autres mois de l'année, on confectionne du beurre de table qui est envoyé directement aux consommateurs parisiens par colis postaux, au prix de 4 fr. le kilogr. Le lait écrémé est donné aux porcs avec adjonction de maïs moulu, à raison de 4 litres de lait et 1^{kg},800 de maïs par ration journalière.

A la suite d'expériences nombreuses ayant porté sur plus de 400 porcs, il a été constaté que la moyenne d'augmentation était de 450 grammes par jour. Le lait écrémé est ainsi payé, tous frais déduits, à 0 fr. 025 le litre. Le beurre rapportant de son côté 0 fr. 145 par litre de lait employé, le lait se trouve acquérir une valeur de 0 fr. 17.

Il faut ajouter que le système de remplacement continu des vaches laitières et d'alimentation intensive qui vient d'être exposé, ne peut être suivi avec avantage qu'autant que la viande se maintient à un prix assez élevé. S'il en était autrement, d'autres combinaisons devraient être étudiées.

M. PUTON

Directeur de l'École forestière, à Nancy.

LE SAPIN DES VOSGES. ÉTUDE D'ESTIMATION FORESTIÈRE

— *Séance du 16 août 1886.* —

Les membres du congrès de Nancy doivent visiter les Vosges. Dans ces belles montagnes, ils admireront des sites aux frais ombrages, des eaux d'une limpidité incomparable, des prairies sagement irriguées et l'industrie utilisant, pour le plus grand intérêt du pays, jusqu'aux moindres chutes des ruisseaux. Le botaniste, le géologue, l'entomologiste y trouveront ample matière à observations. Cela ne suffit pas à notre dévoué secrétaire général. Il m'a demandé de vous intéresser aux sapins des Vosges et de vous en montrer les qualités, afin qu'aucun de nous ne restât indifférent devant ces beaux arbres droits, élancés, au feuillage toujours vert et aux utilisations les plus variées. J'avoue que le patriotique désir de notre secrétaire général m'a fort embarrassé, car il y aurait trop à dire sur la culture du sapin en massifs de forêts, sur sa manière de vivre, ses exigences, ses emplois, son rôle économique dans le passé et dans l'avenir, pour que j'aie pu penser un seul instant à communiquer au congrès une étude qui serait tout un traité.

Mais je voudrais qu'en face d'un sapin l'attention de nos collègues ne fût pas celle d'un simple excursionniste et que chacun pût se rendre compte rapidement et sans effort du *volume* et de la *valeur* d'un arbre sur pied. Je voudrais que tout membre du congrès devînt, en un instant, aussi bon estimateur que le vieux garde forestier, le *sagard* ou le bûcheron le plus expérimenté. Je voudrais, enfin, que ce résultat d'estimation pratique fût acquis à tous nos collègues par un simple coup d'œil et sans autre bagage que celui de tout excursionniste : un bout de *ficelle* pour mesurer la circonférence à $1^m,30$ du sol, un mètre de poche et un *crayon* pour ceux qui n'ont pas facile le calcul de tête. Les plus pratiques pourront même supprimer la ficelle de leur bagage s'ils sont porteurs d'un mètre de poche en baleine ou d'un ruban de tailleur !

Mon ambition n'est pas démesurée, car il faut qu'un jeune élève forestier qui n'a jamais mis le pied dans une forêt, arrive en quelques leçons à estimer à vue un arbre sur pied aussi bien qu'un bûcheron dont il aura, souvent même, à redresser les erreurs. Il en est de même

dans les écoles d'agriculture où un élève arrive vite à estimer le poids vif d'un bœuf aussi exactement qu'un vieux toucheur de bestiaux.

A ce point de vue, cette étude ne sera peut-être pas sans intérêt, car elle montrera par quels procédés on arrive à former vite l'*expérience des choses*, c'est-à-dire à substituer aux connaissances d'une longue pratique professionnelle des règles rationnelles capables de fournir semblables et souvent meilleurs résultats. Il est toujours curieux de s'initier aux procédés d'un métier et d'en voir de près les petits secrets.

On a beaucoup discuté dans les écoles sur les meilleurs procédés à employer pour établir ces règles rationnelles. Nous ne saurions entrer dans ces discussions et nous nous bornerons à indiquer qu'elles reposent sur deux principes :

Le premier consiste à s'inspirer des *modes habituels de débit* de la matière à estimer, puisque ce sont ces modes qui ont instruit l'expérience des praticiens.

Le deuxième consiste à employer des *facteurs* ou *coefficients* qui s'appliquant à une mesure prise, fournissent par une opération d'arithmétique la plus simple possible, le résultat cherché pour le *cas moyen,* sauf à redresser le facteur dans les cas qui présentent des différences en plus ou en moins, par la connaissance étudiée à l'avance des limites de variation de ce facteur.

Sans entrer dans la discussion des nombreuses méthodes d'estimation forestière, nous croyons que c'est un tort d'employer plusieurs facteurs, car s'il faut les redresser quand les arbres s'écartent de la moyenne dans les formes, le branchage ou la hauteur, il faudra les modifier tous à la fois, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, et il arrivera que les corrections produiront des effets dont on ne se rendra pas compte et qu'on ne sera jamais sûr de rien. Nous pensons qu'en cette matière *le meilleur procédé sera toujours le plus simple* et que l'exactitude des évaluations à vue n'est pas dans les complications.

Nous avons hâte d'entrer en forêt pour mettre à l'essai le procédé encore inédit que nous allons indiquer pour le sapin des Vosges.

I

Celui qui parcourt les sapinières vosgiennes est tout d'abord frappé de la grande quantité de billes *ou tronces,* ayant toutes 4 mètres de longueur, qu'on rencontre partout sur les chemins, dans les coupes, aux abords des scieries. Cette découpe constante est due à ce que les planches qu'on doit en tirer ont toujours 4 mètres de longueur avec des largeurs variables.

Arrêtons-nous devant une de ces tronces et rendons-nous compte de

son volume qui, dans le commerce, est considéré comme un cylindre fait sur la section circulaire du milieu et sur 4 mètres de longueur. Le volume sera $\frac{\pi}{4} D^2 \times 4$ ou πD^2, mais pour aller vite et pour échapper au calcul de ce terrible π, nous adopterons pour volume 3 D^2, en prenant pour diamètre celui mesuré au gros bout de la tronce.

De là résulte une règle très simple : le *volume d'une tronce est égal à trois fois le carré de son diamètre mesuré au gros bout.*

Voilà donc déjà une donnée intéressante, car, outre qu'elle fournit le volume d'un corps cylindrique, elle permet de se rendre compte de la force et de l'adresse du bûcheron qui doit sortir la tronce de la coupe, des bœufs qui la traîneront par la plus grande pente et par la neige jusqu'à la route forestière, du voiturier qui, seul et sans autre auxiliaire qu'un modeste cric, en chargera deux ou trois sur sa voiture.

Une tronce de 0,50 cube 3 × 0,25 ou $0^{mc},750$ c'est-à-dire $^3/_4$ de mètre cube. Le poids du sapin fraîchement abattu étant d'environ 800 kilogr., cette tronce pèsera ainsi 600 kilogr. qu'un homme seul doit savoir déplacer et diriger dans les pentes.

Mais cette tronce a d'autres mérites encore, car elle va nous servir :

1° A évaluer la hauteur d'un sapin sur pied;

2° A déterminer son volume en mètres cubes pleins, c'est-à-dire sans interstices ni vides.

Pour évaluer la hauteur d'un sapin, il suffit de compter à l'œil le nombre des tronces de 4 mètres qu'on peut en tirer, opération facile et dont on acquiert vite l'habitude, car les sapins faits ont 5, 6 ou 7 tronces utilisables en bois de service, rarement plus, ce qui forme 3 types que l'œil saisit rapidement.

La cime n'étant propre qu'au bois de chauffage et ayant très peu de valeur, ne se compte pas dans la hauteur utile.

Quant au volume, il faut ici connaître une donnée expérimentale qui est le facteur ou coefficient dont nous avons parlé. Le volume d'un sapin (bois de tige) *est équivalent, en général, dans les arbres faits, au cylindre construit sur 70 p. 100 du diamètre à la base* (mesuré à $1^m,30$ du sol).

Ce facteur est un peu plus faible pour les petits sapins et un peu plus fort pour les très gros. Il diminue également dans les arbres coniques dits *carottes,* il augmente dans les arbres plus cylindriques dits *bien lancés;* c'est une affaire d'appréciation, mais celle-ci est toujours facile, car les limites de la variation du facteur ne vont pas au delà de 5 en moins et 5 en plus, c'est-à-dire que le facteur moyen $0^m,70$ oscille entre $0^m,65$ et $0^m,75$, laissant ainsi aux écarts de l'inexpérience une très faible chance d'erreur, puisque les difformités extrêmes sont rarement atteintes.

Si donc nous possédions une table de cylindres ou une table de logarithmes pour calculer $H \frac{\pi}{4} (0^m,7\ D^2)$ nous aurions le volume de l'arbre auquel il suffirait d'ajouter une constante pour la cime. Cette cime est habituellement négligée pour tenir lieu des frais d'exploitation : elle cube assez uniformément 10 p. 100 du volume de la tige[1].

Notre *tronce* va heureusement nous fournir la règle suivante :

Mesurez le diamètre à $1^m,30$ du sol ; prenez en moyenne 70 p. 100 de ce diamètre ; faites le carré, multipliez-le par 3, ce qui vous donnera le volume de la tronce médiane ; multipliez ce volume par le nombre des tronces et ajoutez un dixième pour tenir compte du volume de la cime.

Un exemple de ce cubage par la tronce médiane nous servira d'explication :

1° Voici un sapin dont la circonférence à $1^m,30$ mesurée à la ficelle est de $1^m,88$; on aura le diamètre suffisamment approché par la *règle takimétrique* de M. Lagout en prenant le tiers dont on retranche le *sou par franc* (un vingtième) : 63 — 3 = 60

Le diamètre médian est 0,7 × 0,60 = ...	0,42
Soit pour avoir le diamètre au gros bout.	0,44
Le carré de 0,44 est.	0,194
Le volume de la tronce médiane 3 × 0,194 = ...	0,582
Pour une hauteur de 6 tronces : 6 × 0,582 =.	3,50
Cime $^1/_{10}$ = ...	0,35
Volume total.	3,8

2° Un sapin de $0^m,50$ de diamètre et ayant 6 tronces serait cubé de la manière suivante :

5 × 7 =	35	soit 36
$0,36^2$ =	0,13	
× 3 =	0,39	
× 6 =	2,34	
$^1/_{10}$ =	0,23	
	2,57	soit 2 m. c. $^1/_2$

Dans les cubages de cette nature on ne doit pas pousser l'approximation au delà du *dixième de mètre cube* au moins pour les arbres faits. Ceux qui auraient devant les yeux le volume d'un hectolitre en futaille seraient tentés de croire à une trop large approximation, mais rien ne trompe comme la constitution des volumes : un petit sapin de $0^m,10$ de diamètre cube assez exactement $0^{mc},100$, c'est-à-dire tout autant qu'une futaille d'un hectolitre ; or que signifie un brin de $0^m,10$ près d'un sapin de 0^m60 de tour et cubant 4 mètres cubes ?

Le négliger c'est, en réalité, évaluer l'arbre à 1/40 près, c'est-à-dire à une approximation de 2 $^1/_2$ p. 100 ; si l'arbre vaut 80 fr. à 20 fr. le mètre cube, c'est, en somme, négliger 2 fr. ; or, nul ne peut répondre d'une estimation à 2 fr. près.

1. Les marchands de bois qui n'ont pas de tables de cylindres à leur disposition cubent habituellement les tiges par la formule $0,08\ LC^2$ dans laquelle C est la circonférence au milieu et L la longueur : *on multiplie la circonférence par elle-même et le produit obtenu par la longueur ; on prend huit centièmes du résultat.* Cette règle est suffisamment exacte, parce que $\frac{C^2}{4\pi} L = 0,079578\ C^2L$.

Notons encore que, dans les cubages d'arbres, il faut toujours *procéder par le diamètre* plutôt que par la circonférence, mais mesurer celle-ci pour obtenir ce diamètre. La raison en est que le diamètre parle plus aux yeux que la circonférence dont la conception exige déjà une certaine habitude forestière. Posez le bout de votre canne au milieu de la tige d'un arbre, vous aurez vite le sentiment de son diamètre et vous pourrez vous livrer à des estimations rapides, suffisamment approchées ; vous n'aurez à mesurer la circonférence et à en déduire le diamètre que si vous voulez l'exactitude des marchands de bois.

II

Voilà donc un procédé simple et commode pour évaluer le volume d'un sapin. Il n'est pas encore assez expéditif et nous voulons mieux, c'est-à-dire une méthode dispensant d'estimer la hauteur, élément sur lequel il est encore facile de se tromper.

Les forestiers ont cubé un grand nombre de sapins dans les Vosges ; ils ont groupé et comparé les volumes par diamètres pour trouver la loi de croissance des volumes par rapport aux diamètres. Plusieurs lois plus ou moins compliquées ont été proposées ; en voici une très simple :

Le parallélipipède construit sur le carré du diamètre à la base et sur 10 mètres de hauteur est le volume qui s'approche le plus de celui des sapins.

Avec cette donnée, le volume prototype est très simple à calculer, l'estimateur n'a plus à mesurer la hauteur, il n'a plus qu'à modifier plus ou moins le facteur de correction suivant le sentiment qu'on acquiert vite de la forme et de la hauteur des arbres.

Examinez le tableau suivant, qui exprime aux yeux une loi moyenne facile à retenir de mémoire et plus facile encore à appliquer :

Diamètre à 1m,50 (en centimètres).	Carré.	Correcteur.	Volume de l'arbre.
—	—	—	—
20	4	— 3 dixièmes	0mc,3
30	9	— 2 —	0 ,7
40	16	— 1 —	1 ,4
50	25	± 0 —	2 ,5
60	36	+ 1/2 —	3 ,8
70	49	+ 1 —	5 ,4
80	64	+ 1 —	7
90	81	+ 1 —	9

On voit qu'il y a un moment où le volume du parallélipipède (10 fois le carré du diamètre) coïncide exactement avec le volume du sapin de conformation moyenne ; au-dessous de ce repère (sapin de 0m,50), c'est-à-dire pour les petits arbres, le volume décroît de 1 ou 2 ou 3 dixièmes si le diamètre à la base diminue de 1 ou 2 ou 3 décimètres. Pour les

gros arbres dont le diamètre dépasse le repère $0^m,50$, les volumes augmentent, mais d'une manière assez uniforme de 1 dixième, sauf dans le voisinage du repère (arbres de $0^m,60$) où l'augmentation n'est que de 1/2 dixième.

De là vient la règle suivante : *Le volume d'un sapin est habituellement égal à 10 fois le carré du diamètre à la base diminué de 1, 2 ou 3 dixièmes pour les arbres inférieurs à $0^m,50$, ou augmenté de 1/2 ou 1 dixième pour les arbres de plus fort diamètre.*

Naturellement cette règle n'est qu'un guide de l'estimateur, mais une règle rationnelle fondée sur un facteur de correction unique qui comprend à la fois la *forme* et la *hauteur,* c'est-à-dire deux éléments intimement liés que l'œil perçoit ensemble. On forcera le dixième ou on le diminuera selon les cas ; l'écart extrême ne dépassant pas en plus ou en moins un dixième du volume, on aura celui-ci le plus habituellement à 5 p. 100 près de la vérité. L'estimateur le plus difficile ne saurait demander mieux.

Prenons pour exemple un sapin dont nous avons mesuré le tour, $1^m,75$ à $1^m,30$ du sol ; nous allons le cuber très facilement par le calcul mental suivant :

Circonférence : 1,75 ; $^1/_3$ =	58
— $^1/_{20}$	3
Diamètre.	55
Le carré du diamètre =	3,02
+ $^1/_2$ dixième	0,15
Volume.	3,2

Voici un sapin de $1^m,12$ à $1^m,30$ du sol avec le carré du diamètre effectué par la formule du binôme :

$^1/_8$ de 1,12 =	37	Carré :	900	
— $^1/_{20}$	1		360	
			36	
Diamètre.	36		1,296	
		— 1 dixième	0,12	
			1,17	Volume $1^{mc},170$.

III

L'estimateur n'est pas encore assez fort; il doit pouvoir évaluer un arbre comme le ferait un sagard, c'est-à-dire en marchandises façonnées.

A cet égard, le sapin n'est susceptible que de deux modes généraux de débit : la *charpente* et la *planche.*

La charpente se vend à vives arêtes (on tend à abandonner un équarrissage imparfait dit *à l'équerre* ou de Saint-Dié). Le débit à vives arêtes provenant du plus grand carré inscrit dans la section circulaire du milieu laisse un déchet facile à calculer : un mètre cube cylindrique ne rend que $0^m,636$ à vives arêtes. Il en résulte que le prix du mètre cube équarri est plus élevé que celui du mètre cube plein ou cylindrique, mais, en outre, plus la pièce est grosse, plus il est facile d'utiliser les déchets dus à l'abatage des côtés, de sorte que le mètre cube de gros bois se vend plus cher qu'un même volume de petit bois, d'abord par

la pièce de charpente exceptionnelle qu'on en retire, et ensuite par l'utilisation plus grande des déchets. Un facteur moyen de conversion ne peut donc s'adresser qu'aux bois de dimensions moyennes. On admet, dans ces conditions, *qu'un mètre cube plein rend les 2/3 en charpente équarrie à vives arêtes.*

Le sapin de 0,60 cubant $3^{mc},5$ en volume plein fournit ainsi $^2/_3$ ou $2^{mc},33$ de bois de service équarri à vives arêtes, celui de 0,50 cubant 2,34 en volume plein fournit $1^{mc},56$ en charpente équarrie.

La planche se débite toujours sur 4 mètres de longueur et 27 millimètres d'épaisseur (ou 3 centimètres y compris le trait de scie), mais la largeur est variable. Pour coter les prix, abstraction faite de ces largeurs variables, on a adopté une unité dite *planche marchande* qui était dans le système des anciennes mesures, la planche 9/12 (12 pieds de long sur 9 pouces de large) et qui se trouve, par un heureux hasard, être le *mètre superficiel de sciage* ($0^m,25 \times 4$), de sorte qu'on vend maintenant les planches au mètre superficiel et que si on cote la planche des Vosges 110 fr. le cent, par exemple, cela signifie que la planche unité ou le mètre superficiel vaut 1 fr. 10 c.

Il est important de savoir déterminer par un calcul rapide combien un sapin peut fournir de planches, c'est-à-dire de mètres superficiels de sciage.

Revenons à notre tronce pour lui demander son secret : celui-ci est très simple.

Le nombre de mètres superficiels de sciage, c'est-à-dire de planches-unités, *contenus dans une tronce, est égal à cent fois le carré de son diamètre au gros bout.*

Ainsi une bille de $0^m,60$ rend 36 mètres superficiels de sciage, une de $0^m,44$ en fournit 19.

Allez sur le chantier d'une scierie, amusez-vous à marquer les billes des résultats obtenus par cette simple règle, interrogez ensuite le sagard et vous serez étonné d'être aussi fort que lui dans une évaluation dont le secret réside en un calcul très élémentaire [1].

Dès lors il devient facile d'estimer en planches un arbre sur pied.

Notre sapin de 0,60 de diamètre a au milieu $0,7 \times 0,60 = 0,42$, soit 0,44 pour le gros bout de la tronce médiane : $0,44^2 = 19$ et pour 6 tronces 114 planches.

L'arbre de 0,50 fournirait :

$= 5 \times 7 =$ 35 soit 36

$0,36^2 =$ 13

6 tronces $13 \times 6 =$ 78 planches.

1. Si on débite la tronce en traits de scie parallèles, le développement L de ces traits de scie multiplié par l'épaisseur e de la planche représente sensiblement la surface de la section circulaire du milieu ; $Le = \frac{\pi}{4} D^2$, d'où $L = \frac{\pi}{4} \frac{D^2}{e}$; or le nombre x de planches unités $= \frac{L}{0.25}$, d'où $x = \frac{\pi}{4} \frac{D^2}{0.25\, e}$. Faisant $\pi = 3$ et $e = 0,03$, on obtient : $x = 100\, D^2$, formule dans laquelle le diamètre D est mesuré au gros bout pour tenir compte de l'approximation de π. Le débit non entièrement parallèle au diamètre n'altère pas le résultat.

Les gardes et les marchands de bois estimant souvent les arbres en planches, il faut savoir passer d'un mode d'estimation à l'autre : cela est très facile puisque le mètre superficiel de sciage ayant $0^{mc},03$ d'épaisseur a un volume de $0^{mc},030$.

Le nombre de planches multiplié par 3 et divisé par 100 fournit le volume de l'arbre.

Il faut naturellement y ajouter 10 p. 100 pour tenir compte de la cime.

Réciproquement : *Le volume multiplié par 100 et divisé par 3 fournit le nombre de planches.*

Il faut auparavant retrancher 10 p. 100 pour distraire le volume de la cime.

1° Un sapin de 0,60 cube $3^{mc},8$; distraction faite de 0,4 pour la cime, il reste environ 3,4 pour la tige ou $\frac{340}{3} = 113$ planches.

2° Un sapin de 0,50 a été évalué à 78 planches :

Il cube $\frac{78 \times 3}{100} =$	2,34
Chauffage 10 p. 100 =	0,23
	2,57

IV.

Pour obtenir la valeur en argent d'un *sapin sur pied,* il faut nécessairement s'inspirer des deux modes de débit et estimer l'arbre soit en charpente équarrie, soit en sciage. De là, deux modes d'estimation qui découlent du prix de la *marchandise fabriquée,* déduction faite des frais d'abatage, d'exploitation, de débit et de transport.

Pour l'estimation en charpente, on a remarqué qu'un mètre cube de bois équarri a une valeur de plus en plus grande à mesure que le diamètre, c'est-à-dire le grand côté d'équarrissage augmente. On distingue, à cet égard, la petite charpente à 30 fr., par exemple, la moyenne à 37 fr., la grosse à 45 fr. sauf à aller plus haut pour les pièces exceptionnelles. Si on estime à 15 fr. les frais de façon et de transport, variables avec les emplacements, on a 15 fr., 22 fr. et 30 fr. pour prix du mètre cube de charpente équarrie dans l'arbre, c'est-à-dire pour prix restant au propriétaire.

Le sapin de 0,50 vaudrait :

$1^{mc},560$ éq. à 22 fr. =	$34^{f},30$
$^1/_2$ stère chauffage à 4 fr. =	$2,00$[1]
	$36^{f},30$

Le sapin de 0,60 serait estimé :

$2^{mc},33$ à 30 fr. =	$69^{f},90$
$^3/_4$ stère à 4 fr. =	$3,00$
	$72^{f},90$

1. On double le volume plein de la cime pour tenir compte des interstices ou vides des stères $0,23 \times 2 = 0,46 = {}^1/_2$ stère.

Estimons ces mêmes arbres par le nombre de planches qu'ils fournissent et que nous avons déterminé par une règle précédente : 114 pour le sapin de $0^m,60$ et 78 pour celui de $0^m,50$. Pour avoir le *prix estimatif* de la planche connaissant le prix du mètre cube équarri, il suffit d'une relation très simple : *Le prix des 100 mètres superficiels de sciage est le double du prix du mètre cube de charpente équarrie à vives arêtes*[1].

Si donc le mètre cube équarri de grosse charpente a été estimé 30 fr. dans l'arbre, le mètre superficiel de sciage vaudra 60 cent.

Le sapin de $0^m,60$ de diamètre sera estimé :

114 planches à 60 cent. =	$68^f,40$
Chauffage $^3/_4$ st. à 4 fr. =	3 ,00
	$71^f,40$

Le sapin de 0,50 vaudra :

78 planches à 44 cent. =	$34^f,30$
Chauffage $^1/_2$ st. à 4 fr. =	2 ,00
	$36^f,30$

Il importe ici de relever, selon le langage des économistes, *ce qu'on voit et ce qu'on ne voit pas* dans l'estimation d'un sapin en planches. Ce qu'on voit quand on s'informe du prix des planches, c'est que ce prix est uniforme : qu'un mètre de sciage soit tiré d'un gros arbre ou d'un petit arbre, il se vend toujours le même prix, variable suivant la cote du jour. Il ne saurait en être autrement, puisqu'un mètre superficiel de sciage est une quantité fixe d'une utilité invariable. Mais si le consommateur exige des planches larges tirées d'un gros arbre, il faudra bien qu'il les paie à un prix déduit de la valeur de la grosse pièce de charpente qu'on aurait retirée du gros arbre. Si le marchand de bois façonne en planches qu'il vendra au prix fixe du mètre superficiel, un gros arbre dont il pourrait tirer une pièce de charpente de grande valeur, c'est qu'il utilise mal son bois et se résigne à perdre faute de débouchés et de connaissances professionnelles. Ce qu'on ne voit pas, c'est que si on veut obtenir la valeur réelle d'un arbre d'après le nombre des planches qu'il peut fournir, il faudra estimer les gros arbres à un prix de planche supérieur à celui adopté pour les petits arbres. Le prix de la planche pour l'estimation de l'arbre en vue de toutes ses *utilisations possibles* ne serait constant que si les prix de la grosse, de la moyenne et de la petite charpente étaient uniformes.

1. Voici la démonstration fondée d'abord sur le volume plein ou cylindrique : Si P est le prix du mètre cube plein, p le prix des cent mètres superficiels, e l'épaisseur de la planche et L le développement des traits de scie, on sait que, dans une tronce de 4 mètres, $Le = \frac{\pi}{4} D^2$ et que $\pi D^2 P = \frac{L}{25} p$; remplaçant L par sa valeur $\frac{\pi}{4} \frac{D^2}{e}$, on a : $\pi D^2 P = \frac{\pi D^2}{4 \times 25} \frac{p}{e}$, d'où $P = \frac{1}{100} \frac{p}{e}$; or $e = 0,03$, d'où $P = \frac{p}{3}$. *Le prix du mètre cube cylindrique est le tiers du prix du cent de planches.* Or, le mètre cube cylindrique fournissant seulement $^2/_3$ de mètre cube équarri, son prix $P = \frac{2}{3} P'$ (P' étant le prix du mètre cube équarri), soit $P' = \frac{p}{2}$: *le prix du mètre cube équarri est la moitié du prix du cent de planches.*

Le marchand de bois qui estime tous les arbres d'une coupe, petits et gros, en planches à un prix uniforme est un exploitant qui ne compte façonner que la seule marchandise-planche, il pourra obtenir les arbres à ce prix unique si la concurrence des fabricants de charpente ne vient pas le gêner. Cela ne prouve nullement qu'il estime les arbres à leur valeur vraie.

Il résulte de cette observation que l'estimation en argent de toute la valeur utilisable est fort délicate quand on veut y arriver par le prix des marchandises qu'on en extrait, car il faut donner à l'unité de volume le prix de la marchandise de la plus haute valeur qu'on peut en retirer à raison de la dimension de l'arbre, modifier en conséquence le prix des autres marchandises courantes qu'on peut extraire de l'unité de volume, abstraction faite de ses dimensions; calculer exactement le déchet de fabrication qui est plus faible dans les petits arbres que dans les gros, et tenir compte des utilisations possibles de ce déchet qui sont plus grandes pour les gros arbres que pour les petits, etc., etc. L'estimation par le débit est donc une opération très délicate que l'exploitant seul est capable de faire car, seul, il connaît toutes les utilisations possibles en marchandises principales et accessoires.

Le propriétaire, le forestier, l'estimateur ne peuvent le suivre dans les détails de ces utilisations.

Recherchant la valeur réelle, ils n'ont besoin que d'une règle simple, facile à appliquer, mais exactement fondée sur toutes les utilisations possibles et sur leurs prix relatifs.

Nous avons vu la première partie de cette règle pour l'évaluation en volume plein et absolu de tout l'arbre avec un facteur unique pour baser les appréciations. Ce volume n'est pas celui d'une marchandise fabriquée, c'est une mesure conventionnelle de la quantité de matière ligneuse brute contenue dans l'arbre. (De là, les noms de mètre cube *plein, rond, cylindrique, grume,* qui sont employés indifféremment dans le langage forestier pour exprimer ce volume absolu.)

Une règle correspondante existe pour la valeur en argent :

La valeur de ce mètre cube officiel, conventionnel, varie nécessairement avec la dimension de l'arbre, puisque les utilisations possibles sont plus ou moins grandes à mesure que le diamètre augmente. De sorte qu'on peut admettre que le *prix du mètre cube plein d'un arbre est proportionnel au diamètre de cet arbre*[1].

1. Ce principe pourrait d'ailleurs être démontré mathématiquement par un calcul dont le seul tort est d'être trop long pour cette note. Cette loi de la valeur due à l'utilisation n'acquiert, en fait, son développement que si les difficultés de la vidange ou du débit ne viennent pas l'arrêter dans les arbres de dimensions exceptionnelles. Il y a de ce côté une loi économique qui agit en sens inverse de la loi de l'utilisation et qui en voile souvent les effets sur la valeur réelle d'un arbre. Il ne faut pas oublier non plus que les lois de la valeur pécuniaire n'ont jamais la rigueur mathématique de la loi du volume.

La règle d'estimation en argent d'un arbre dont on connaît le volume absolu devient alors très facile à appliquer.

Si, par exemple, on admet que dans une localité le prix du mètre cube est de 30 centimes par centimètre de diamètre, on aura, en négligeant les fractions de franc :

Diamètre de l'arbre.	Volume.	Prix du mètre cube.	Valeur de l'arbre.
0.20	0.3	6 fr.	1f,80
0.30	0.7	9	6 »
0.40	1.4	12	17 »
0.50	2.5	15	37 »
0.60	3.8	18	68 »
0.70	5.4	21	113 »
0.80	7 »	24	168 »
0.90	9 »	27	243 »

Naturellement, dans les situations plus ou moins difficiles pour le transport plus ou moins éloigné des chemins ou des scieries, le facteur 0m,30 sera diminué ou augmenté ; c'est affaire d'appréciation qui porte sur un facteur unique dont les variations ne sont jamais considérables dans un pays bien percé de chemins et bien outillé en scieries, comme les Vosges.

De là vient la règle suivante : *Pour estimer en argent un sapin dont on connaît le volume plein, multipliez le diamètre exprimé en centimètres par le facteur 0m,30* (variant de 0m,20 à 0m,40 dans les Vosges selon les situations), *vous aurez le prix du mètre cube par lequel il suffira de multiplier le volume pour avoir la valeur de l'arbre.*

V.

Il y aurait bien des enseignements à tirer de ces règles sur le volume et la valeur des arbres et sur la manière dont le prix se forme pour le propriétaire. Nous nous bornerons à quelques observations.

1° D'abord, une bonne note à décerner au sapin.

Rarement on rencontre un aussi bon ouvrier que lui : d'abord il fabrique surtout de la marchandise de choix, du bois de service, car il ne livre au propriétaire, en bois de chauffage, que 10 p. 100 du volume. Le majestueux chêne ne fournit que moitié de sa production en bois de service et moitié en qualité secondaire de chauffage.

Ensuite, plus notre ouvrier vieillit, plus son travail gagne en qualité, puisque le même volume de bois augmente de prix avec le diamètre de la tige, avantage bien précieux commun à tous les arbres à bois de travail, mais trop ignoré des propriétaires, souvent disposés à couper les arbres avant leur maturité.

Un sapin de 0,40, qui vaut 17 fr., acquiert une valeur de 37 fr. en passant à 0m,50 de diamètre : il a plus que doublé.

Un sapin de 0,60 vaut bien souvent le double d'un sapin de 0,50 ; c'est à cette dimension de 0,60 que l'arbre est *fait,* c'est-à-dire qu'il a acquis son développement complet.

Au delà de 0,60, si la valeur ne double plus pour une augmentation de 0,10 en diamètre, elle ne continue pas moins à acquérir un développement digne d'attention.

2° Le propriétaire ne profite naturellement que du prix net, c'est-à-dire qu'il ne lui reste sur le prix de la marchandise vendue au public, que la différence entre ce prix et les frais d'abatage, d'exploitation, de débit et de transport. Ceux-ci sont les plus élevés et il y a des situations escarpées ou privées d'accès dans lesquelles les dépenses de transport absorbent presque toute la valeur du bois sur pied. On conçoit donc avec quelle satisfaction les propriétaires de forêts ont vu le service des chemins vicinaux s'approcher de leurs immeubles. La création de bonnes routes forestières, entreprise dans les Vosges par l'administration des forêts, a ouvert la montagne au public tout en formant un placement des deniers de l'État souvent à plus de 10 p. 100.

3° La baisse survenue dans les marchandises tirées du sapin par suite de la concurrence des bois allemands frappe les propriétaires de bois d'une manière très lourde.

Les frais inhérents au bois (abatage, débit et transport) sont en effet des quantités *fixes* non sujettes à variations et qu'il faut toujours payer aux ouvriers, aux voituriers et transporteurs. Si on estime cette dépense à 15 fr. par mètre cube, il en résulte qu'un mètre cube de bois moyen vendu 30 fr. au consommateur laissera 15 fr. aux intermédiaires et 15 fr. au propriétaire; une baisse de 10 p. 100, soit 3 fr. par mètre cube, fera que le propriétaire n'aura plus que 12 fr. au lieu de 15 fr. *Une baisse de 10 p. 100 sur les produits façonnés se manifestera par une perte de 20 p. 100 pour le propriétaire.*

4° C'est surtout pour les petits arbres que la perte est sensible, car le prix du mètre cube est moins élevé. Il y a tout avantage à produire des gros arbres dont les frais à déduire sont les mêmes par mètre cube. Ainsi, pour un mètre cube de gros bois à 30 fr. sur lesquels il reste 20 fr. au propriétaire, une baisse de 10 p. 100 lui fait perdre 3 fr. 50 c. ou 17 p. 100.

Pour des petits bois dont le mètre cube façonné vaut 25 fr. laissant 10 fr. au propriétaire, une baisse de 10 p. 100 lui fait perdre 2 fr. 50 c. ou 25 p. 100.

Il est vrai que le propriétaire profite de la hausse dans la même proportion. Mais il n'en est pas moins certain que *c'est sur les gros bois que le producteur perd le moins en temps de crise.*

Voilà donc un avantage d'une autre nature à la production des gros arbres; ils sont la ressource des mauvaises années et les propriétaires

intelligents doivent surtout garder les petits arbres pour les moments de hausse dans les prix.

5° Mais les propriétaires sont toujours disposés à abattre les gros arbres sous prétexte qu'ils ne profitent plus.

Nous rencontrons ici une des erreurs les plus répandues en matière de production ligneuse.

Ceux qui voudront bien examiner la formule du cubage verront que :

1° *Pour un même diamètre, le volume des arbres est proportionnel à leur hauteur.*

2° *Pour une même hauteur, les volumes sont proportionnels au carré du diamètre.*

Il en résulte que :

1° Un arbre d'un diamètre *double* n'a pas un volume double, mais *au moins quadruple,* puisque le supplément de hauteur lui ajoute encore un surcroît de volume.

2° Tant qu'un arbre est sain, *chaque unité dont son diamètre grossit lui assure un volume de plus en plus grand.*

3° On doit toujours *mesurer bien exactement le diamètre,* car c'est lui qui forme le volume et la valeur dans une proportion bien plus forte que la hauteur.

Ceci nous conduit à rechercher de *combien s'accroît le volume d'un sapin pour un centimètre de grossissement sur le diamètre.*

On peut bien admettre que pour un simple grossissement de un centimètre, la hauteur ne change pas ou du moins n'influe sur le volume que d'une quantité négligeable. Dès lors un calcul très simple conduit à la règle suivante :

Pour avoir l'augmentation de volume due à un centimètre d'accroissement sur le diamètre, multipliez le volume acquis par l'inverse du demi-diamètre[1].

$$x = V \frac{1}{{}^1/_2 D}$$

Ainsi un sapin de $0^m,60$ cubant 4^{mc} gagnera par un seul centimètre d'augmentation sur le diamètre

$$4 \times \frac{1}{30} = 0^{mc},133$$

et si le mètre cube vaut 20 fr., il s'accroîtra de 2 fr. 70 c.

1. Le volume d'un arbre étant $f H D^2$ (f facteur de forme, H hauteur et D diamètre à la base), on peut admettre que pour une unité (un centimètre par exemple) d'augmentation sur le diamètre, fH est une constante K. Le volume $V = K D^2$ et $V + x = K(D+1)^2 = K D^2 + K \times 2 D + K$, d'où $x = K \times 2 D + K$ et $\frac{x}{V} = \frac{2 D + 1}{D^2} = \frac{2}{D} + \frac{1}{D^2}$; si on néglige $\frac{1}{D^2}$, quantité très petite surtout dans les arbres à fort diamètre, on a $\frac{x}{V} = \frac{2}{D}$, d'où $x = V \frac{1}{{}^1/_2 D}$.

Avis donc à ceux qui abattent leurs gros arbres sous prétexte qu'ils ne gagnent plus.

6° Cette règle va nous fournir l'occasion d'adresser une nouvelle bonne note à notre sapin des Vosges.

On conçoit qu'elle peut servir à mesurer le déchet causé par l'écorce et par l'aubier. Or, si on compare le sapin au chêne, celui-ci est en notable infériorité dans la fabrication de la marchandise utile, car son écorce est très épaisse et il a un aubier non utilisable : dans le sapin l'écorce est mince et on utilise tout le bois. Ceci n'est pas un modeste avantage, comme on peut le voir par le calcul suivant :

Un sapin de 0,50 ayant 1 centimètre d'écorce (2 centimètres sur le diamètre) perd $\frac{2}{25}$ ou 8 p. 100 de son volume en déchet.

Un chêne de 0,50 ayant 1 $^{1}/_{2}$ centimètre d'écorce et 2 centimètres d'aubier (7 sur le diamètre) a un déchet de $\frac{7}{25}$ ou 28 p. 100 de son volume.

Combien de questions intéressantes pourraient être traitées encore à l'occasion de nos sapins ! A quel âge faut-il les couper pour obtenir le maximum de fabrication annuelle, ou la plus grande valeur pécuniaire ? Quel est le taux de placement des forêts de sapin ? A quel âge le propriétaire peut-il obtenir un taux analogue à celui des autres placements ruraux ?

Je m'arrête, car il me faudrait soulever toutes les questions de l'économie forestière, pour en indiquer la solution.

Mon but était simplement d'intéresser les membres du congrès aux sapins des Vosges. L'intérêt sera suffisant si chacun arrive à se rendre compte de leur volume et de leur valeur ; il ne sera que plus excité, si j'ajoute que pour faire un beau sapin de $0^{m},60$, cubant environ 4^{mc} et valant 80 fr., il faut au moins 130 ans.

Or, combien sont assez riches, et assez sûrs des années lointaines pour consacrer leur temps et leur fortune à cette fabrication ? Combien même sont assez à l'abri du besoin pour conserver ces beaux arbres quand ils en possèdent ? L'administration des forêts ne remplit-elle pas une véritable mission d'utilité sociale en conservant et en défendant contre les jouissances du présent, des biens si utiles au travail, mais si lents à venir et si prompts à disparaître ?

M. CHAMBRELENT

Inspecteur général des ponts et chaussées en retraite, à Paris.

ASSAINISSEMENT ET MISE EN VALEUR AGRICOLE DES TERRAINS DE LA CAMARGUE

— Séance du 18 août 1886. —

Le Rhône, avant d'arriver à son embouchure dans la Méditerranée, se divise en deux grands bras présentant des longueurs respectives de 50 à 58 kilomètres, et débouchant dans la mer à 40 kilomètres de distance l'un de l'autre.

Toute la partie comprise entre ces deux bras et la mer formait récemment encore les vastes marécages inhabités, aussi incultes qu'insalubres, qui constituaient la contrée connue sous le nom de « la Camargue ».

La Camargue présente une superficie de 72,000 hectares entre les limites que nous venons d'indiquer.

Les terrains de la contrée proviennent des alluvions successivement déposées sur la plage de la Méditerranée depuis l'époque géologique actuelle, par les divagations du lit ou plutôt des divers lits du Rhône, qui ont formé le vaste delta qui existe aujourd'hui sur ce point.

Ces terrains ont un niveau variable et très irrégulier, mais partout peu élevé au-dessus des eaux du fleuve et de celles de la mer.

A l'origine du delta, au point culminant où commence la séparation des deux bras, le sol est à environ 5 mètres au-dessus du zéro de la mer à Marseille.

Il va en s'abaissant à mesure qu'on s'avance vers la mer, et présente en résumé une hauteur moyenne de 2 mètres à $2^{m},50$, avec des parties basses qui sont en dessous même du niveau de la mer.

Récemment encore, il y a à peine quelques années, la plus grande partie du pays était fréquemment couverte par les crues du fleuve et par l'élévation des eaux de la mer, lorsque soufflaient des vents du large.

Quoiqu'il n'y ait pas de marée sensible sur cette plage de la Méditerranée, le niveau de la mer peut varier par moments de $1^{m},40$ à $1^{m},50$ par suite des vents du large qui poussent les eaux sur les terres de la côte; ou des vents de terre qui les poussent au large.

Lorsque l'élévation de niveau avait lieu, la mer envahissait les par-

ties basses de la Camargue, sur de grandes étendues, et produisait ce qu'on appelle dans le pays des salivades.

Il n'existe pas en effet sur cette partie des côtes de la Méditerranée des dunes élevées comme sur le golfe de Gascogne. La cause en est d'ailleurs facile à comprendre.

Sur les côtes de Gascogne, la mer s'abaisse deux fois par jour d'une hauteur de 4 à 5 mètres ; une étendue de plage de près de 300 à 400 mètres est alternativement couverte et découverte deux fois par jour.

La marée haute dépose le sable sur la plage ; ce sable, desséché à marée basse, est rapidement enlevé par les vents du large, variant du sud-ouest au nord-ouest, qui soufflent presque constamment sur cette partie des côtes.

Ces sables sont ainsi portés en masse sur les terres et ils marchent régulièrement devant eux, suivant le phénomène que nous avons décrit dans notre dernier travail sur la dune mobile.

Sur les bords de la Méditerranée, rien de pareil ne se produit.

Il n'existe pas d'oscillations sensibles et régulières du niveau de la mer. Le sable de la plage, mêlé d'une certaine quantité d'argile, est loin d'être aussi mobile que celui des côtes de l'Océan ; d'un autre côté, lorsque les vents soufflent du large et pourraient le porter sur les terres, il est couvert d'eau par l'actumescence de la mer.

Au moment, au contraire, où la plage est découverte par l'abaissement des eaux, ce sont les vents de terre qui soufflent et qui pousseraient plutôt les sables vers la mer ! Ces vents de terre sont d'ailleurs bien plus fréquents.

D'après un relevé fait depuis 10 ans, des vents qui règnent sur la côte de la Camargue, les vents du large ne règnent que 100 jours par an, tandis que ceux de la région nord, et notamment le mistral, règnent pendant 200 jours avec plus de violence.

On voit bien sur la limite de la terre et de la mer quelques amoncellements de sable épars, formant ce qu'on appelle l'appareil littoral ; mais les eaux de la mer élevées par les vents les franchissaient facilement et venaient couvrir les terres basses de la Camargue pendant que les crues du fleuve s'étendaient sur les parties plus élevées.

Par suite de l'irrégularité de la surface du sol, les eaux de ces débordements s'accumulaient dans les parties basses et y restaient stagnantes jusqu'à ce qu'elles eussent été évaporées par les chaleurs de l'été et les vents violents dont nous venons de parler, surtout par le mistral qui dessèche d'autant plus le sol qu'il vient de l'intérieur des terres. Il est désigné dans le pays sous le nom de mange-fange, mange-boue.

Le mistral souffle du Nord-Ouest ; il est souvent d'une violence ex-

trême. Il déracine les arbres et enlève les toitures des maisons. A côté de ces graves inconvénients il a l'avantage de purifier le temps et de remplacer momentanément par un air sain, l'air que vicient les émanations morbides des marais.

En quelques parties de la contrée où les dépressions sont plus étendues et plus profondes, les eaux se maintenaient toute l'année en baissant seulement de niveau à certains moments et constituaient ainsi de vastes étangs à niveau variable.

Le plus important de ces étangs est le Valcarès, qui présentait une superficie de 6,000 hectares environ quand ses eaux étaient au niveau de la mer et qui, comme on le verra plus loin, a été appelé à jouer un rôle important dans les travaux d'amélioration récemment exécutés dans le pays pour l'assainissement du sol.

Rien n'est d'ailleurs plus irrégulier que les crues du Rhône et de ses affluents.

Contrairement au Nil, dont les débordements arrivent à des époques fixes, le Rhône présente, en toute saison, des élévations variables de hauteur d'eau.

La mer, de son côté, pousse les eaux sur la plage de la Méditerranée aux époques irrégulières, où règnent les vents du large.

On voit, d'après ces faits, que la Camargue était souvent, à des époques très variables et très irrégulières, couverte par les inondations du Rhône ou le reflux de la mer, et qu'il y restait, après le retrait des eaux, de nombreuses mares d'eau stagnantes que l'évaporation seule pouvait faire disparaître.

Quelques propriétaires faisaient souvent des efforts isolés pour se mettre à l'abri des eaux par des petites digues entourant leurs terrains; mais ces digues, élevées au milieu du champ d'inondation, d'une solidité et d'une hauteur insuffisantes, étaient le plus souvent surmontées et détruites par les eaux.

Non seulement toute culture était impossible dans de telles conditions, mais cette succession continuelle de l'inondation à la sécheresse développait dans la Camargue une insalubrité qui rendait le pays inhabitable, même au delà des limites du marais.

Une autre cause chassait les habitants de cette terre abandonnée. On n'y trouvait pas d'eau potable pour l'alimentation de l'homme et du bétail.

Les essais de puits qu'on y faisait ne donnaient que des eaux souillées par les produits marécageux du sol et déjà saumâtres par suite du voisinage de la mer.

Cependant les terrains de la Camargue qui, par suite de cette situation, étaient à la fois impossibles à cultiver et impossibles à habiter,

sont des terres d'alluvions qui, par elles-mêmes, ne pouvaient pas manquer de valeur agricole si elles étaient mises dans des conditions normales de culture.

Formées par les dépôts du Rhône, elles proviennent des terres que le fleuve et ses affluents ont enlevées à la surface des terrains traversés. On les appelle dans le pays de la chair de montagne. On y trouve la silice, l'alumine et des chaux carbonatées, un peu d'oxyde de fer et de manganèse.

Rien ne leur manquait donc pour former de bonne terre végétale, si on parvenait à les mettre à l'abri des inondations et à en assurer l'assainissement.

D'un autre côté, longées par deux bras de fleuve coulant presque à leur niveau, elles pouvaient, après leur assainissement, recevoir facilement l'eau nécessaire à des irrigations qui, avec le soleil du pays, devaient donner à la terre préparée pour la culture, tous les éléments d'une puissante fécondité.

Ces deux bras du Rhône pouvaient aussi leur donner une eau potable suffisante à l'alimentation des habitants et des animaux.

Il existait donc au milieu et autour de la Camargue, tous les éléments nécessaires à la mise en culture fructueuse du pays et l'on pouvait être certain qu'en exécutant les travaux nécessaires, on substituerait un sol salubre et fertile à ces terrains incultes et malsains qui y existaient depuis des siècles.

Mais pour arriver à ce résultat, il y avait bien à faire.

Les travaux de diverses natures que nécessite isolément chaque contrée particulière pour son assainissement et sa mise en culture étaient ici tous nécessaires à la fois pour l'amélioration de la Camargue ; toutes les difficultés à vaincre se dressaient ici en face des efforts à faire.

Il fallait :

1° Mettre d'abord la contrée entièrement à l'abri des inondations des deux bras du Rhône et des envahissements de la mer ;

2° Après avoir préservé les terrains de l'envahissement des eaux, il fallait en assurer le desséchement, en faisant disparaître par un écoulement facile et régulier les eaux stagnantes des plus faibles dépressions, qui ne disparaissaient l'été que par évaporation; il fallait régulariser aussi le niveau des étangs qui existaient dans des dépressions plus grandes et plus profondes, en leur maintenant un plan d'eau à peu près fixe, et sur ce point on verra les difficultés spéciales qu'on avait à vaincre ;

3° Une fois le desséchement opéré, il fallait irriguer le terrain, car sous ce ciel brûlant de la Provence, on ne peut guère espérer de cul-

ture fructueuse sans arrosage; hâtons-nous d'ajouter que d'un autre côté cet arrosage une fois réalisé et combiné avec le soleil de la contrée, doit donner au sol une fertilité des plus grandes.

Une autre cause rendait cette irrigation plus nécessaire là que partout ailleurs ; les terrains du delta formés par les dépôts sur la plage de la mer, et souvent baignés soit par la mer, soit par les eaux d'embouchure du fleuve déjà chargées d'une certaine quantité de sel, avaient besoin d'être, en quelque sorte, dessalés, pour qu'on pût y développer une végétation naturelle.

4° Il fallait enfin ouvrir des voies de communication qui, comme on ne saurait trop le répéter, sont un des premiers compléments de toute amélioration agricole quelconque.

Ces quatre opérations, qui n'étaient pas comme on voit sans exiger des efforts considérables, ont été successivement entreprises dans cette deuxième moitié du siècle.

Nous venons rendre compte aujourd'hui de la manière dont elles ont été réalisées, des résultats déjà considérables qu'elles ont produits, et des résultats encore plus considérables qu'elles continuent à produire.

I. — Endiguement de la Camargue.

Il a été établi sur la rive droite du grand Rhône, sur la rive gauche du petit Rhône et sur la plage de la mer qui sert de base au grand triangle, des digues insubmersibles et continues qui ont mis entièrement à l'abri des eaux toute la partie du terrain comprise entre leur talus intérieur.

Ce travail d'endiguement est aujourd'hui terminé ; il a produit des résultats complets.

La grande digue contre la mer a été élevée à la hauteur de $2^{m},20$ au-dessus de son niveau.

La longueur de cette digue est de 45 kilomètres.

Sa direction a été étudiée de manière à l'établir dans les meilleures conditions de solidité et d'économie.

La dépense des travaux a été de 1,200,000 fr.

C'est l'État qui a fait les frais de cette dépense.

Il suffit aujourd'hui de veiller au bon entretien de la digue pour assurer les bons résultats obtenus.

C'est là un travail d'entretien dont on ne saurait trop signaler l'importance; pour des travaux de ce genre, il est aussi difficile d'entretenir que de créer.

II. — Assainissement de la Camargue.

Dessèchements. — Ce second travail du programme général, comprenant le dessèchement du sol, a été entrepris aussitôt après l'endi-

guement, en 1866, en vertu d'un décret du 6 janvier de cette année 1866, qui a déclaré d'utilité publique l'ouverture de trois grands canaux destinés à recueillir les eaux des parties basses du pays.

Le creusement de ces canaux n'offrait pas d'ailleurs de difficultés par eux-mêmes par suite du peu d'élévation du terrain et des faibles inégalités du sol, mais où les faire aboutir, pour la vidange des eaux qu'on y jetait?

Dans les Landes de Gascogne où nous avons eu à assainir des étendues de terrains bien plus considérables, 800,000 hectares, les terrains étaient partout bien au-dessus du niveau de la mer, et on pouvait y jeter toutes leurs eaux, par des pentes déterminées et bien suffisantes pour en assurer partout le libre écoulement. Mais la situation était différente dans la Camargue. Les terrains sont, sur certains points, à une très faible hauteur au-dessus du niveau de la basse mer et il en est même *au-dessous de ce niveau ;* il n'existe pas par suite de pente sensible pour porter à la mer les eaux des canaux de desséchement d'une partie des terrains dont le plafond devait être en contre-bas du niveau de la mer.

Pour les terrains placés à plus de 3 mètres et même de $2^{m},50$ au-dessus de la mer, on a pu et on peut encore en jeter directement les eaux dans la Méditerranée au moyen d'écluses à clapets pratiquées à travers les digues ; mais pour les terrains plus bas, il aurait fallu ici, comme pour certains marais de la Hollande, les élever par des forces mécaniques pour les jeter en dehors des digues dans la mer, ce qui entraînait des dépenses considérables. Nous avons pu jusqu'ici éviter l'établissement coûteux de machines élévatoires en nous servant du vaste étang qui existe encore dans l'intérieur des digues, le Valcarès, dont nous avons déjà parlé.

Le Valcarès a été séparé de la mer par la digue de défense insubmersible d'abord construite.

Il a été toutefois ménagé dans la digue une écluse qui permet aux eaux de s'écouler à la mer quand elles sont supérieures à son niveau, mais qui empêche la mer de rentrer dans l'intérieur au moyen de clapets se fermant par la pression même de la mer.

Le Valcarès, lorsque ses eaux sont au niveau de la mer, présente, comme nous l'avons dit, une surface d'environ 6,000 hectares, mais ainsi séparé des eaux de la mer et mis à l'abri des eaux d'inondation et de celles de la mer, son niveau baisse rapidement par le fait de l'évaporation et descend à $0^{m},50$ au-dessous du niveau de la mer, soit à la cote $0^{m},50$.

La puissance d'évaporation de la Camargue est en effet bien supérieure à la quantité d'eau qui tombe directement du zénith sur le sol, elle est plus que double.

Ce niveau du Valcarès à la cote 0m,50 permet d'y conduire par la pente naturelle les trois grands collecteurs ouverts pour le dessèchement des terres basses. A ce niveau de 0m,50 au-dessous de celui de la mer, la surface du Valcarès est réduite à 4,000 hectares ; avec cette surface réduite la puissance d'évaporation de l'étang est encore de 102 millions de mètres cubes par an. Or, le volume porté par les trois canaux n'est que de 67 millions.

Le Valcarès abaissé à 0m,50 peut donc recevoir facilement les eaux des canaux de dessèchement ouverts aujourd'hui, sans élever son niveau et il pourrait même en recevoir 35,000,000 en sus.

Cette dernière marge sera prochainement comblée, il est vrai, par les colatures des irrigations et des submersions qui se développent si rapidement, et nous devons prévoir le moment où le grand étang ne pourra recevoir toutes les eaux des colatures, nous verrons plus loin comment on y subviendra ; pour le moment, nous devons constater que bien que nous ayons eu en 1885 une des années les plus pluvieuses du siècle (810 millimètres au lieu de la moyenne normale de 544 millimètres) et bien que nous ayons déjà dans les deux Rhônes 64 prises d'eau pouvant porter dans l'intérieur des digues un volume d'eau de plus de 8 mètres par seconde pour les irrigations et la submersion de près de 3,000 hectares de vigne, le niveau du Valcarès et sa puissance d'évaporation lui ont permis jusqu'ici de recevoir toutes les eaux de dessèchement et toutes celles de colatures des parties basses qui y ont été envoyées.

Nous devons dire d'ailleurs que bien que les trois grandes artères du dessèchement soient terminées, ainsi que les principaux canaux secondaires qui doivent venir se déverser dans les grands collecteurs, il y a une certaine étendue de terrains dont le dessèchement n'est pas complété par les rigoles à ouvrir pour l'égouttement de toutes les eaux. C'est là un travail qui s'exécute peu à peu par les efforts continuels des propriétaires, qui ont à se réunir en association pour exécuter ce travail d'intérêt commun en y contribuant chacun au prorata des avantages que chacun d'eux en retire.

Mais ces rigoles complémentaires de dessèchement qui sont plutôt des voies d'égouttement que des canaux d'écoulement proprement dits n'apportent qu'une faible augmentation d'eau au Valcarès et ne contribuent que pour une part insensible à l'élévation de son niveau.

Quant aux eaux des colatures des terrains placés au-dessus de 2m,50 qui sont ceux où les plantations se développent le plus rapidement en ce moment, on en assure l'écoulement, comme nous venons de le dire, par des fossés ordinaires débouchant directement à la mer à travers les digues de défense. Ce sont les travaux ordinaires à faire pour toutes

les submersions de vignes, sauf la construction des clapets nécessités par ces digues ; leur établissement se fait naturellement au fur et à mesure du développement de la culture.

III. — Mise en culture.

Mise en culture. — Après avoir ainsi exposé les travaux qui ont été faits dans la Camargue pour préparer la mise en culture de la contrée, nous avons à faire connaître maintenant ce qui a été fait pour cette mise en culture, les moyens employés, les résultats obtenus et ceux à obtenir encore.

Nous avons dit que les terrains de la Camargue contenaient tous les éléments nécessaires pour former une bonne terre végétale ; mais cette terre végétale contient aussi un élément funeste à toute culture et dont il faut absolument la débarrasser avant de la mettre en valeur, cet élément c'est le sel marin.

Les alluvions du Rhône qui ont formé la Camargue se sont déposées, comme nous l'avons dit, sur une plage marine naturellement imprégnée de sel et au milieu des eaux salées de la mer.

Les terres de la Camargue devaient donc contenir et contiennent en effet une grande quantité de sel par le fait de leur formation.

Lorsque les eaux pluviales viennent mouiller le terrain aujourd'hui endigué et desséché, elles dissolvent le sel à la surface et l'entraînent dans le sous-sol.

Mais lorsque la sécheresse arrive, l'eau de la surface s'évapore rapidement et laisse sur le sol le sel dont elle est encore imprégnée.

L'eau intérieure remonte ensuite à la surface par un effet de capillarité et s'évapore ensuite à son tour, en laissant encore sur le sol le sel qu'elle tenait en dissolution.

C'est ainsi qu'on voit souvent dans la Camargue des champs couverts d'une sorte de poussière blanche qui n'est qu'une efflorescence saline.

Le sol, dans ces conditions, contient souvent plus de 20 p. 100 de sel.

Or, si l'on remarque que dans une terre quelconque une quantité de sel de plus de 2 p. 100 commence déjà à nuire à la végétation, on peut juger des difficultés, on peut presque dire des impossibilités de la culture dans ces terrains où le sel va et vient en si grande abondance à la partie supérieure.

Un drainage profond qui eût assuré l'écoulement des eaux en dehors des terrains de manière à les empêcher de remonter à la surface, eût été un moyen sûr de dessaler le sol assez rapidement.

Mais le drainage à exécuter sur de grandes surfaces exigeait des dépenses considérables surtout dans un pays où il n'y a pas de terre argi-

leuse pour fabriquer les drains; une telle dépense eût été d'autant plus lourde que les terres ne pouvaient rapporter, dès les premières années, les produits rémunérateurs qui eussent permis de couvrir en partie ces dépenses. Une autre circonstance rendait d'ailleurs ce drainage fort difficile, c'était la difficulté d'assurer le libre écoulement des eaux inférieures recueillies dans ces drains.

Un des moyens employés par quelques-uns des agriculteurs pour combattre le mal consistait à mettre sur de petites étendues de terres cultivées des couvertures en chaume ou roseaux pour empêcher l'évaporation qui amenait le sel à la surface. C'était là un procédé qui ne manquait pas d'être encore assez coûteux et on ne pouvait penser à le prolonger longtemps et à le développer sur une grande échelle dans le pays.

On ne pouvait donc chercher à faire disparaître le sel de la Camargue que par des irrigations abondantes qui auraient lavé peu à peu le sol, en emportant l'élément dont il fallait le débarrasser tout en donnant au sol l'eau nécessaire pour lutter contre le climat brûlant et sec du pays.

Depuis longtemps et avant même qu'on eût terminé les travaux d'endiguement de la contrée, les propriétaires avaient cherché à introduire dans l'intérieur des terres les eaux du Rhône, soit pour les irrigations du sol, soit pour donner des eaux d'alimentation aux habitants et aux animaux.

L'eau du Rhône est en effet fort bonne pour la boisson, après qu'elle a été filtrée, ou même simplement décantée après quelque temps de repos; elle ne contient que des corps étrangers en suspension mécanique dont on peut la débarrasser en la laissant reposer quelque temps.

Plusieurs canaux, connus sous le nom général de Roubines, avaient été ouverts à travers les digues des deux bras du fleuve pour porter les eaux dans l'intérieur de la Camargue. Ces canaux qui remplissaient à la fois le double but d'introducteurs et quelquefois d'évacuateurs des eaux permettaient d'irriguer les terrains les plus bas; mais comme ils ne pouvaient donner l'eau du Rhône qu'à son niveau naturel qui, souvent en été, s'abaissait presque au niveau de la mer, ils ne pouvaient arroser que de faibles étendues des terrains les moins élevés, précisément ceux où l'écoulement des colatures était le plus difficile; ces irrigations ne pouvaient d'ailleurs être très régulières par suite de la variabilité du niveau du fleuve.

Il eût fallu pouvoir élever les eaux du Rhône pour étendre les irrigations et les rendre plus régulières. Mais, d'un autre côté, il faut le dire, ces irrigations ne produisaient pas toujours un bon effet immédiat pour le dessalement des terres, à moins d'être excessivement abondantes.

Les eaux qu'on ne portait qu'en quantité restreinte sur le sol, ne fai-

saient le plus souvent que mouiller les terres dans lesquelles elles s'introduisaient, elles y dissolvaient le sel et le ramenaient encore à la surface lorsqu'elles ne se dissipaient que par l'évaporation atmosphérique. Ce n'était qu'après un certain nombre d'années d'arrosages, qu'on pouvait parvenir à faire disparaître le sel, de manière à assurer une bonne culture du sol.

Ces difficultés, ces lenteurs qui augmentaient tant les dépenses de mise en culture permettaient difficilement d'y ajouter les dépenses nécessaires pour élever les eaux du Rhône par les moyens artificiels, et nous ne devions pas, par suite, espérer voir les irrigations prendre un développement aussi rapide que nous l'aurions désiré, dans un pays où les irrigations étaient si nécessaires pour la culture du sol.

Une circonstance nouvelle, provenant malheureusement des désastres des pays voisins, est venue donner un mouvement plus rapide au développement agricole de la contrée.

Le phylloxéra a détruit toutes les vignes de cette partie de la France, on n'a pu conserver ou replanter les vignes françaises que là où il était possible de détruire l'insecte par une submersion.

Une faible partie des terrains frappés par le fléau dans les départements atteints pouvait obtenir le bénéfice de la submersion; il fallait ailleurs recourir aux vignes américaines dont le succès d'ailleurs, il faut le dire, se développe de plus en plus; mais la Camargue, longée par les deux bras du Rhône, pouvait facilement recevoir toute l'eau qu'on voudrait y jeter; il fallait l'élever, il est vrai, au-dessus du niveau du fleuve dans certains moments, mais la dépense, relativement considérable pour des cultures qui devaient donner de faibles produits, pouvait être couverte par les résultats rémunérateurs de la vigne.

Le terrain de la Camargue est, d'ailleurs, des plus propices à la vigne; le sel, comme nous l'avons dit, avait empêché jusqu'ici d'y développer cette culture, mais aujourd'hui les submersions que doit accompagner toute plantation de vignes dans le pays et dont la dépense, comme nous venons de le dire, peut être couverte par les produits obtenus, cette submersion devait amener le rapide dessalement des terres en y faisant un véritable lavage, et les mettre dans les conditions normales de culture pour la vigne.

C'est ce qui a eu lieu depuis plusieurs années et ce qui continue à se produire avec une intensité et une sûreté de succès, qui doit faire de la plus grande partie de la Camargue un des plus riches vignobles de la France.

Comme nous l'avons dit, pour pouvoir introduire l'eau du Rhône sur toutes les parties de la Camargue, et en toute saison, il est nécessaire d'en élever le niveau dans certains moments; nous disons dans

certains moments, parce que souvent les eaux du Rhône sont à une hauteur qui permet de les jeter naturellement sur la Camargue, sans élévation artificielle. Aussitôt que l'avantage de la submersion des terrains de la contrée eut été constaté, plusieurs grands projets ont été présentés pour l'introduction dans le pays de masses d'eau plus ou moins considérables qui y seraient portées par un grand canal, dans lequel elles seraient élevées au moyen de puissantes machines à vapeur.

Nous avons été chargés par le ministre de l'agriculture d'examiner tous ces projets; mais tous péchaient d'abord par un point capital. Toute la masse d'eau destinée à desservir la contrée était élevée à la hauteur maximum des terrains les plus élevés et se trouvait par conséquent supérieure à la plus grande partie des surfaces à arroser.

Il fallait, en outre, établir dans le milieu de la Camargue un grand canal dont les eaux, maintenues toujours à un niveau supérieur aux terrains, aurait pu augmenter le mal que nous cherchions tant à combattre, c'est-à-dire faire remonter le sel par siphonnement à la surface du sol.

Enfin ces projets avaient encore un inconvénient non moins grave, c'était d'exiger des dépenses immédiates de plusieurs millions pour des résultats qui ne devaient se produire que successivement dans un certain nombre d'années.

Il a paru préférable de substituer à tous ces grands projets un système d'élévation partielle des eaux, que nous avions déjà employé avec succès dans cette partie si riche du département de la Gironde qu'on appelle l'Entre-Deux-Mers, et qui est comprise entre la Dordogne et la Garonne; c'est une sorte de situation analogue à celle de la Camargue.

Notre système a consisté à n'élever les eaux, pour chaque terrain, qu'à la hauteur qu'exigeait l'altitude de ce terrain, en faisant en sorte de profiter de toutes les élévations accidentelles des eaux du fleuve pour que l'élévation artificielle à obtenir fût toujours la moindre possible et même nulle dès que les eaux des deux bras du fleuve atteignaient les hauteurs des terrains à desservir.

Cet effet a été obtenu dans le principe par des locomobiles qui ne dépensaient que les forces nécessaires pour gagner la différence de niveau entre les terrains à desservir et le niveau du Rhône, au moment de l'opération.

Quelques propriétaires ont bâti des machines fixes; mais depuis, on a employé, en outre, l'année dernière, et cela d'une manière plus avantageuse, des machines flottantes toujours maintenues au niveau des eaux du fleuve et n'élevant par suite les eaux que pour gagner la différence de hauteur entre le niveau de ce fleuve et le terrain qui devait recevoir l'eau.

Pour encourager ce mouvement, l'État, sur notre rapport, a accordé une subvention du $^{1}/_{3}$ de la dépense à faire pour l'établissement de ces machines et la construction des canaux principaux destinés à recevoir les eaux.

Le département des Bouches-du-Rhône a accordé une subvention de $^{1}/_{6}$, ce qui fait que les intéressés n'ont eu à faire que la moitié de la dépense.

Ces machines flottantes, qui ont ainsi l'avantage de ne dépenser que la force nécessaire pour le résultat à obtenir, ont, en outre, celui de pouvoir être conduites encore plus facilement que les locomobiles sur tous les points où elles doivent opérer. On les mène par elles-mêmes partout où l'on veut s'en servir; et on peut aussi les conduire au chantier de construction d'Arles situé sur le grand Rhône et où se trouvent à la fois des ateliers de construction et de réparation pour les machines à feu, et pour les bateaux qui les portent.

D'après le relevé fait à la fin de 1885, l'étendue des vignes plantées en ce moment dans la Camargue s'élève déjà à 3,580 hectares.

Sur ces chiffres, il y en a 2,017 hectares qui sont soumis à une submersion régulière qui se fait au moyen de diverses prises exigeant une force motrice de 500 chevaux.

Cela fait, comme on voit, un cheval pour 4 hectares; en comptant à 1,200 fr. le prix du cheval-vapeur, cela fait une somme de 300 fr. par hectare, pour dépense de premier établissement.

Les frais annuels d'entretien, y compris le mécanicien, le charbon, l'huile, etc., montent à 45 fr.

Les dépenses de plantations de la vigne, y compris les labours, fumure, binages, etc., jusqu'à la quatrième feuille, s'élèvent à environ 1,500 fr.; si on y ajoute les 300 fr. de frais d'établissement de la machine, on a un total de 1,800 fr. pour frais de premier établissement et une somme annuelle de 45 fr. pour les dépenses de submersion, en sus des frais ordinaires de culture et autres.

Le produit brut de ces vignes a été en moyenne dans les premières années de 50 hectolitres, mais il est évident que ce chiffre sera dépassé et pourra aller de 80 à 100 hectolitres et même au delà. Les vignes dans des terrains semblables ont toujours produit de 200 à 250 hectolitres; en admettant un produit de 80 hectolitres, le prix de 20 à 25 fr. l'hectolitre, soit 22 fr. 50 c. en moyenne, cela produit un revenu brut de 1,600 à 2,000 fr. qui peut couvrir bien au delà l'intérêt des premières plantations, celui des frais de premier établissement, des celliers et vaisseaux vinaires, et les frais annuels de culture.

Si l'on remarque d'ailleurs que pour chaque hectolitre de vin produit en France, l'État perçoit un revenu de 3 fr. en impôts indi-

rects de toute sorte, on voit que les plantations de 10,000 hectares de vigne dans la Camargue lui donneraient un revenu de 2,400,000 à 3,000,000 de francs.

En outre de ce chiffre de revenus indirects, il faut tenir compte de l'augmentation de tous les droits de mutation, d'enregistrement et autres que produisent les ventes et transactions qui résultent de la plus-value agricole donnée aux terrains.

On voit, d'après cela, combien sont justifiées les subventions du $^1/_3$ et du $^1/_6$ de la dépense des machines d'élévation que nous avons obtenues de l'État et du département.

Autres cultures. — Bien que l'on pût étendre la culture de la vigne en Camargue sur plus de 10,000 hectares, nous devons dire que, par suite des dépenses considérables de premier établissement nécessaires pour ces plantations, et d'un autre côté en raison de la grande étendue des domaines, du peu de population qui existe encore dans la contrée, malgré ses dernières améliorations agricoles, on ne doit pas compter d'ici un certain temps voir les plantations de vignes se développer au delà de cette étendue de 10,000 hectares.

Mais nous devons dire aussi qu'aujourd'hui d'autres cultures peuvent se développer et se développent en effet dans cette Camargue endiguée, desséchée et arrosée.

La plus avantageuse de ces cultures est celle des prairies artificielles et des prairies naturelles; avec la quantité d'eau qui peut y être aujourd'hui facilement introduite, à la volonté des propriétaires, les terrains peuvent être transformés en luzernières et en prairies auxquelles ne manqueront jamais l'eau et la chaleur, ces deux plus grands éléments d'une forte végétation herbacée dans une terre comme celle de la Camargue.

La création de ces prairies nécessitera encore des frais et ne peut se produire que graduellement, mais ces produits couvriront-ils les frais au moins aussi rapidement que pour la vigne.

En attendant, les vastes pâturages qui existent dans la Camargue et qui nourrissent environ 200,000 moutons obligés d'aller dans la montagne en été, du mois de mai au mois de novembre, sont en voie d'éprouver une grande amélioration.

L'éminent professeur de l'Institut agronomique, M. Prillieux, a introduit dans ces dernières années dans la Camargue une plante nouvelle venant d'Australie, qui est en voie de rendre de grands services aux pâturages les plus ingrats de la contrée, qui existent principalement dans les terrains salés.

Cette plante est le *Salt-Bush;* elle couvre de vastes plaines de l'Australie méridionale où existent des terrains salés comme ceux de la Ca-

margue. Elle pousse en petits buissons de $0^m,30$ à $0^m,40$ de hauteur chargés de feuilles qui servent de pâture aux moutons et leur fournissent une très bonne nourriture quand la sécheresse détruit toute autre végétation.

Des semis de Salt-Bush ont été faits en plein champ dans les terres salées de la Camargue, notamment dans le domaine de Faraman à M. Reich et ont bien réussi.

Les deux espèces semées sont le Blue Salt-Bush (*Kochia villosa*) et le Swamp Salt-Bush (*Chenopodium ritrariaceum*).

Ces plantes paraissent résister très bien au climat de la Camargue.

Elles repoussent, le *Chenopodium* surtout, pendant tout l'hiver, très activement ; elles ont supporté des températures de — 4° avec de la neige ; le *Kochia villosa* a eu quelques-unes de ses pousses brûlées, mais la plante est restée vivante. Le *Chenopodium* n'a pas du tout souffert, l'un et l'autre se conservent très verts l'été.

M. Reich nous écrivait récemment encore qu'avec cette plante on pourrait renoncer à la transhumance, c'est-à-dire à l'envoi des troupeaux l'été dans la montagne.

Une autre culture à développer dans la Camargue, où par suite de la faible division de la terre les domaines appartenant à un seul particulier sont si étendus et où les bras sont encore peu nombreux, c'est la plantation ou le semis d'une certaine étendue de bois, et principalement des bois résineux.

Les essences forestières viennent très bien dans la Camargue et la légende locale dit que les Romains ont anciennement construit des galères avec le bois du pays.

En général, tous les propriétaires de terrains où les bras ne sont pas abondants reconnaissent qu'il faut consacrer au moins $^1/_4$ ou $^1/_3$ de leur exploitation à la forêt. C'est une des cultures les plus simples et surtout des plus sûres.

C'est celle qui assainit le plus le sol et donne le plus de bien-être à l'habitant.

Nous ne saurions dire assez combien dans nos longues études agricoles sur tous les terrains de la France, nous avons été toujours frappé de ce fait, c'est que la production du bois dans une contrée est une cause du bien-être des habitants, dont on ne saurait trop apprécier l'importance.

Là où chaque ménage, chaque ouvrier peut avoir facilement du bois pour la préparation de ses aliments, pour l'assainissement de son habitation, pour faire sécher ses vêtements l'hiver et pour se reposer le soir à la chaleur du foyer, là l'habitant trouve un bien-être qui manque dans bien des pays où le bois est rare.

Nous ne saurions répéter combien nous constatons, chaque jour, de plus en plus, le bien-être qui existe à cet égard dans les landes de Gascogne, où les habitants peuvent trouver sans dépense, seulement dans les restes des bois expédiés à l'étranger, tout le combustible nécessaire aux besoins de sa vie; quelle privation au contraire n'éprouve-t-on pas dans tous les pays où le paysan est privé souvent des moyens de faire cuire ses aliments et est obligé d'aller chercher le soir dans l'étable la chaleur malsaine dont il a besoin pour réchauffer son corps fatigué !

Rien n'attire et n'attache les hommes dans un pays comme la certitude de trouver toujours à leur disposition tout le combustible nécessaire pour eux et leur famille.

Ainsi donc, non seulement les bois rapportent à leur propriétaire un revenu régulier et sûr, mais ils contribuent à appeler dans le pays et à y retenir les bras nécessaires à la fructueuse exploitation de son domaine.

M. Émile MER

Inspecteur adjoint des forêts, à Nancy.

DE LA MISE EN VALEUR DES TOURBIÈRES VOSGIENNES

— *Séance du 19 août 1886.* —

Les tourbières des Vosges se rencontrent soit dans les vallées, soit sur le flanc des montagnes, soit sur les plateaux. Elles reposent, en général, sur un sol formé d'un sable argileux empâtant du gravier et des débris granitiques plus ou moins volumineux. Elles paraissent avoir été formées de la manière suivante : Les eaux pluviales, en pénétrant dans les fentes du granit, ont décomposé les parois de ces fentes et se sont chargées d'argile. Ces eaux, en venant émerger à la surface du sol dans des cavités préexistantes, y ont déposé l'argile qu'elles tenaient en suspension. Il s'est ainsi constitué un sol moins perméable que le sol des alluvions granitiques avoisinantes. Par suite de l'humidité permanente de ces places, des *Sphagnum* y ont pris naissance et se sont développés grâce à la pureté des eaux. De nouvelles générations de *Sphagnum* ont succédé aux premières, remplissant peu à peu les dépressions qui avaient servi de berceau aux tourbières. Il arrive même souvent que, par suite de l'accumulation des matériaux, les tourbières se sont

élevées au-dessus du niveau des terrains voisins et forment actuellement des buttes d'un aspect caractéristique. Généralement, elles sont constituées, à leur partie supérieure, par du terreau noir. Malgré l'âge plus récent de ce dépôt, il présente une décomposition plus avancée que les assises inférieures, à cause de son contact prolongé avec l'air.

Par suite de l'exhaussement graduel des tourbières au-dessus du banc aquifère, les conditions se trouvent être moins favorables à leur développement, aussi leur activité s'éteint-elle peu à peu.

Les tourbières dont la surface est aujourd'hui couverte de *Sphagnum* sont peu nombreuses. Presque toujours le tapis végétal est formé par des bruyères qui, pour leur végétation, exigent moins d'eau que les *Sphagnum*. Les tourbières qui ont déjà reçu un commencement de culture sont recouvertes par deux plantes fourragères d'un rendement médiocre comme quantité et qualité : *Nardus stricta* et *Polygonum bistorta.*

Voici les procédés d'amélioration qui m'ont le mieux réussi pour la mise en valeur des diverses tourbières.

1° *Tourbières recouvertes de* Sphagnum. — Assainir par des fossés profonds, niveler et, au besoin, élever la surface par les déblais de ces fossés. Répandre une couche de fumier qu'on recouvre, sur quelques centimètres d'épaisseur, avec du sable pris dans les buttes morainiques environnantes, avec des boues de route ou des curures de fossés d'irrigation. Enfin semer du trèfle violet et des graminées, surtout de la fléole. Si cet ensemble d'opérations est effectué au mois de mai, on peut déjà, au mois de septembre suivant, obtenir une belle récolte. La transformation, on le voit, est très rapide.

2° *Tourbières recouvertes de bruyères.* — Peler la bruyère, la répartir, ainsi que les curures de fossés, dans les cavités, niveler la surface. Répandre du fumier comme dans le premier cas, puis une couche de sable de 2 à 3 centimètres d'épaisseur et ensemencer en trèfle et fléole.

3° *Tourbières recouvertes de* Nardus stricta *et de* Polygonum bistorta. — Si l'on y répand du fumier ou du purin en trop grande quantité, on tue le *N. stricta,* dont les racines grêles et superficielles ne peuvent supporter une fumure aussi énergique, tandis que la bistorte au rhizôme volumineux et aux racines profondes, soustraites par cette situation au contact immédiat des liqueurs ammoniacales, se trouve au contraire avoir sa végétation activée et reste seule maîtresse du terrain. Il est donc préférable de répandre une couche de terreau ou de sable gras préparé pendant quelques mois par des stratifications de sable et de fumier. On sème à la surface de ce sable.

Les engrais artificiels, chaux, phosphates fossiles et précipités, chlorure de potassium, cendres lessivées, employés cependant à doses convenables, n'ont pas donné de résultat. Les cendres non lessivées

produisent au contraire très bon effet, mais il est impossible de s'en procurer en quantité quelque peu notable.

La tourbe renfermant 1.5 p. 100 d'azote, peut en outre servir à former des composts en la stratifiant avec du fumier et laissant les débris organiques pourrir pendant 2 à 3 ans. On obtient ainsi un engrais très riche, convenant particulièrement aux sols sablonneux qui entourent les tourbières. On voit donc que les terrains morainiques et tourbeux qui constituent le fond des vallées des Vosges peuvent s'améliorer par un mutuel concours. Même lorsqu'on ne veut pas exécuter de travaux spéciaux comme ceux qui viennent d'être décrits, travaux donnant, il est vrai, des résultats immédiats, mais, d'autre part, assez coûteux, on peut arriver à une amélioration lente et graduelle en ayant soin de mélanger les terres des deux provenances chaque fois que l'on a quelque opération à faire dans l'un ou l'autre de ces terrains. Ainsi on devra transporter sur les tourbières les curures des rigoles d'irrigation exécutées dans les dépôts morainiques, et réciproquement répandre sur les sols sablonneux, après les avoir incorporés à des fumiers, les déblais provenant de l'entretien des fossés d'assainissement dont les tourbières doivent être parsemées.

M. E. COTTEAU

A Paris.

LES NOUVELLES-HÉBRIDES

— Séance du 13 août 1886. —

Au mois d'octobre 1884, je me trouvais à Nouméa, attendant une occasion pour passer à Tahiti, lorsque j'appris que l'éclaireur d'escadre, le *Duchaffaut,* allait se rendre en mission aux Nouvelles-Hébrides; désireux de visiter cet archipel encore peu connu, je sollicitai et j'obtins l'autorisation de faire partie de l'expédition.

Vingt-quatre heures après avoir quitté Nouméa, nous touchions à Lifou. Cette île, la plus grande des Loyalty, mesure 60 kilomètres de long sur 30 de large et renferme 8,500 habitants. Bien que les trois îles qui composent le petit groupe des Loyalty ne soient séparées de la Nouvelle-Calédonie que par un chenal d'une largeur de 130 kilomètres, leur formation géologique est toute différente. La grande terre est très

accidentée, ses montagnes pittoresques sont presque toujours d'origine plutonique ; le sol des Loyalty, au contraire, est exclusivement formé de rocs coralliques soulevés, en trois ou quatre terrasses distinctes, à une élévation de 60 à 70 mètres. Les abords en sont partout escarpés ; sous l'action incessante des flots, les falaises sont trouées de vastes et profondes cavernes et, même à Chépénéhé, résidence du représentant français, le débarquement est difficile.

Le jour suivant, le *Duchaffaut* jetait l'ancre au mouillage de Port-Vila, sur la côte sud-ouest de l'île Sandwich qui occupe la partie centrale de l'archipel des Nouvelles-Hébrides. Nous étions à 200 milles au nord des Loyalty et à 330 milles (600 kilomètres) de Nouméa ; un navire à vapeur peut franchir aisément cette distance en moins d'un jour et demi.

L'archipel des Nouvelles-Hébrides, en y comprenant le petit groupe des îles Banks qui en dépend géographiquement, forme une chaîne étroite, orientée du nord-ouest au sud-est et longue d'environ 800 kilomètres. Il est compris, d'une part, entre le 14° et le 20° de latitude méridionale, et de l'autre, entre le 164° et le 168° de longitude à l'est de Paris. On compte, dans l'archipel, une douzaine de grandes îles et beaucoup d'autres d'une moindre importance.

Ces terres sont généralement montagneuses et d'origine volcanique ; on y connaît cinq volcans en activité.

Les indigènes appartiennent à la race noire mélanésienne ; cependant leur type varie singulièrement d'une île à l'autre. Il en est de même de leur langage : on parle au moins vingt langues différentes dans l'archipel, souvent même plusieurs dans la même île.

Les Néo-Hébridais sont anthropophages. Maintes fois, ils ont fait preuve d'un caractère perfide avec les blancs ; il est vrai que ces derniers, coupeurs de bois de santal ou bien employés au recrutement des travailleurs, les ont souvent traités avec injustice et cruauté : de là des représailles sanglantes. Toutefois, il paraîtrait que le caractère des naturels, sur les points où l'influence des missionnaires s'est fait sentir, est devenu moins hostile et plus confiant.

Annatom est l'île la plus méridionale des Nouvelles-Hébrides. De hautes montagnes en occupent l'intérieur, ne laissant qu'une étroite ceinture de terres basses sur les côtes. Quelques plantations y ont été faites. Des missionnaires anglais, fixés depuis longtemps dans l'île, y ont introduit un commencement de civilisation. De sauvages et féroces qu'ils étaient, les habitants sont devenus chrétiens dociles ; mais le revers de la médaille est que leur nombre, qui était autrefois de 12,000, est maintenant réduit à 2,000. C'est ce qui arrive presque infailliblement toutes les fois que l'Européen soumet à ses lois sociales les peuplades barbares de l'Océanie.



Gravé par E. Morieu, 45 r. Vavin, Paris.

Erronan, à 45 milles au nord d'Annatom, est une petite île en forme de cône tronqué, aux côtes très escarpées. Malgré sa faible étendue, — elle n'a que 8 kilomètres de tour, — un missionnaire anglais y a établi sa résidence. On la dit assez peuplée.

Tanna est une île importante, dominée par un volcan actif et ayant un circuit d'au moins 40 kilomètres. C'est une terre très fertile, boisée, bien cultivée ; elle est couverte de magnifiques cocotiers et produit en abondance du bois de santal et d'excellentes ignames. Les habitants forment une race d'hommes petits, mais vigoureux et bien constitués ; selon une habitude à peu près générale aux Nouvelles-Hébrides, les tribus du rivage sont presque toujours en guerre avec celles de l'intérieur.

A l'est de Tanna se trouve *Immer,* île petite et basse, bien peuplée et couverte de cocotiers.

En continuant à s'avancer vers le nord, on rencontre *Erromango,* beaucoup plus grande que les précédentes ; son pourtour est évalué à 128 kilomètres. C'est une terre haute et rocheuse, entourée de récifs, avec des eaux profondes le long des brisants, mais aucun danger caché. Les naturels, cannibales avérés, sont hostiles et traîtres ; ils ont le teint plus noir que ceux de Tanna. Cinq missionnaires anglais y ont été successivement assassinés. Les équipages des goélettes qui viennent y prendre du bois de santal sont obligés de se tenir constamment sur leurs gardes. Cependant les côtes sont couvertes de cocotiers d'un très bel aspect, et l'intérieur de l'île a une apparence des plus fertiles.

A 66 milles au nord-ouest, se trouve l'île *Sandwich* qui passe pour la plus belle des Nouvelles-Hébrides. Elle est peu élevée, couverte de forêts luxuriantes et présente un aspect véritablement enchanteur.

A Port-Vila, la Compagnie néo-hébridaise, fondée par M. Higginson, possède de grands magasins et un vaste domaine en plein rapport. J'y ai fait une longue promenade, au milieu de champs de maïs, percés de larges avenues plantées de cocotiers et de bananiers ; des ananas croissent en bordure le long des chemins, remplaçant ainsi avec avantage les haies de la vieille Europe. Le sol est noir, très meuble et d'une fertilité sans pareille.

Plus loin, une petite route bien entretenue conduit à une superbe plantation de café créée par un Français qui s'est construit, sur un tertre dominant la baie, une habitation confortable ; il a donné à sa propriété le nom de Franceville.

Un autre jour, j'eus l'occasion de visiter une tribu indigène, cantonnée dans l'un des îlots qui parsèment la baie. Du rivage on n'apercevait aucune habitation. Un sentier sous bois nous conduisit en quelques minutes à un village d'aspect assez misérable. Les cases, abritées sous de grands arbres, sont de forme rectangulaire et non circulaire, comme

en Nouvelle-Calédonie. La toiture, très inclinée, s'appuie d'un côté sur le sol, et de l'autre ne laisse libre qu'un étroit espace par où l'on pénètre en rampant. La demeure de chaque famille est entourée d'une palissade de pieux et de bambous entrelacés; la cour intérieure est proprement tenue, sablée de coraux et de coquillages.

Quelques indigènes nous font signe de pénétrer dans leur enclos, puis ils nous accompagnent avec empressement chez leurs voisins. Bientôt nous sommes entourés par une cinquantaine d'hommes, de femmes, de jeunes filles et d'enfants; tous sont dans un état de nudité presque complet. L'attitude de ces gens est amicale; ils ne nous offrent pourtant que des instruments de carnage, casse-tête, arcs, sagaies, et aussi des nattes. Des marchés s'engagent; à l'aide de quelques mots d'anglais, on finit par s'entendre. Nous donnons en paiement des pièces de dix sous ou bien encore du tabac américain de qualité inférieure, pressé et réduit en bâtonnets. Ce dernier article est très recherché : c'est la monnaie courante aux Nouvelles-Hébrides. Enfin, après une visite qui n'avait pas duré moins de deux heures, nous prenons congé de nos amis les sauvages et rentrons pacifiquement à bord chargés d'armes de toute sorte.

En quittant Port-Vila, le *Duchaffaut* se rendit à Port-Havannah, à 27 milles au nord-ouest, dans la même île.

Port-Havannah est un mouillage très sûr, abrité des vents du large par l'îlot *Hat* et les petites îles *Protection* et *Déception;* on y rencontre de l'eau excellente et du bois en abondance. A 3 kilomètres du poste de la Compagnie se trouve une mission protestante que j'ai visitée. Les villages environnants, soumis à l'influence du missionnaire anglais, sont loin d'offrir le même intérêt que celui de Vila, encore à peu près vierge du contact européen.

Au nord de l'île Sandwich, se trouvent les petites îles de *Montagu, Hinchinbrook, Deux-Monts, Trois-Monts,* aux formes accidentées et bizarres, puis le petit groupe des *Shepherd.*

Api est la première grande île que l'on rencontre ensuite. C'est une terre plus élevée que Sandwich et dominée par trois pics hauts de 800 à 900 mètres. Vue du pont du navire, la côte qui défile sous nos regards offre un panorama ravissant. Une végétation puissante couvre les plus hauts sommets et descend jusqu'à la mer. Si l'on en juge par le développement des cultures et des plantations de cocotiers qui s'étagent sur le versant des collines, cette île doit être très peuplée.

L'opération du mouillage terminée, je m'empressai de me rendre à terre en compagnie de quelques officiers du bord. Jusqu'à présent, Api n'a été que rarement visitée par les Européens, aussi avions-nous jugé à propos de prendre certaines précautions; en outre, des revolvers avaient été distribués à l'équipage du canot.

L'atterrissage est difficile. Le corail frange le rivage et, sous l'eau d'une transparence extraordinaire, on en distingue de charmants spécimens colorés des teintes les plus brillantes et les plus variées. Sept à huit naturels, complètement nus, mais dont plusieurs sont armés d'imposants casse-tête, nous attendent sur le rivage. Leur attitude est réservée, mais non hostile. Nous les invitons à marcher en avant pour nous conduire à leur village ; d'abord ils refusent, puis cherchent à nous dissuader, nous faisant comprendre par signes qu'il est fort éloigné dans la montagne. Enfin, un jeune garçon se décide à nous servir de guide et nous précède dans un étroit sentier qui s'engage, par une pente fort raide au début, sous un magnifique dôme de verdure. Chemin faisant, nous sommes rejoints par d'autres naturels que, par mesure de prudence, nous faisons aussi passer devant nous. La course est longue, mais la forêt est splendide et le feuillage si épais que les rayons du soleil ne peuvent le pénétrer.

Au bout d'une heure et demie de marche, nous arrivons dans un village que, probablement, aucun Européen n'a encore visité. La présence des femmes et des enfants nous assure des dispositions pacifiques des habitants ; car, si ces derniers préméditaient une attaque, leur premier soin eût été de les faire cacher dans la brousse. Les cases sont encore plus misérables que celles de Vila, et, à l'exception de leurs armes dont ils consentent difficilement à se défaire, les pauvres gens n'ont guère d'objets à échanger. Le tabac et les sous neufs sont ce qui les tente le plus ; ils n'ont aucune idée de la valeur de l'or. En somme, ces indigènes, qui passent pour de féroces cannibales, nous ont reçu de leur mieux, grimpant aux arbres pour nous offrir des fruits et ne demandant rien en échange de leur peine ; puis, ils nous ont amicalement reconduits à la plage, où nous attendaient deux embarcations armées. Il est vrai que nos hôtes ont appris à leurs dépens à respecter les navires de guerre qu'ils savent fort bien distinguer des simples goélettes.

Signalons, au delà d'Api, les petites îles de *Paum* et de *Lopevi.* Dans cette dernière, se trouve un volcan, haut de 1,500 mètres et point culminant des Nouvelles-Hébrides.

A une vingtaine de milles au nord-ouest d'Api, on rencontre la grande et belle île de *Mallicolo,* qui n'a pas moins de 160 kilomètres de pourtour ; par son étendue, elle occupe le second rang dans l'archipel. Sur la côte orientale, existe un bon port où le drapeau français a été planté récemment, ainsi qu'à l'île Sandwich. La Société néo-hébridaise y a fait des acquisitions de terre dans d'excellentes conditions et possède, dans l'île, quatre stations pour la fabrication du coprah (amande de coco séchée et concassée, dont on extrait de l'huile).

Les naturels de Mallicolo, avec leur tête longue, leur visage plat, leurs membres grêles et disproportionnés, l'emportent en laideur sur tous ceux des autres îles.

Sous la même latitude et à une quinzaine de milles à l'est, se trouve *Ambrym,* île considérable, dominée par un volcan en activité, haut de plus de 1,000 mètres. Vue de la mer, Ambrym présente un aspect imposant à cause de sa forme régulière et de la végétation luxuriante qui couvre ses pentes inférieures. Ses habitants paraissent d'un caractère plus pacifique que ceux des autres îles. Là aussi, la Société entretient un agent pour acheter les cocos nécessaires à la fabrication du coprah.

Pentecôte et *Aurora* sont deux îles de forme semblable, plus longues que larges, également orientées du sud au nord et séparées par un étroit canal. Les naturels, traîtres et méfiants, sont peu disposés à faire des échanges.

Aoba est une terre fertile, bien arrosée, couverte de cocotiers et dominée par une belle montagne haute de 1,200 mètres, dont les contours ressemblent au dos d'une baleine. Bougainville, au siècle dernier, y avait trouvé une race d'hommes petits, mal faits, la plupart rongés de lèpre ; de là vient le nom d'île des Lépreux qu'il lui donna. Cependant, tous ceux qui ont visité Aoba dans ces dernières années y ont trouvé une population saine, vigoureuse, d'un caractère avenant et se distinguant avantageusement des naturels des îles voisines. Plusieurs colons sont établis sur cette île, où la Compagnie française des Nouvelles-Hébrides possédait, en 1884, sept stations de coprah.

Saint-Barthélemy est une île de moyenne grandeur, séparée de la pointe nord de Mallicolo par le détroit de Bougainville ; elle a été rarement visitée par les navires.

Nous arrivons maintenant à la grande terre de *Saint-Esprit,* découverte en 1606 par Quiros, perdue pendant plus d'un siècle et demi, retrouvée par Bougainville en 1768 et reconnue par Cook en 1774. Cette île, la plus considérable des Nouvelles-Hébrides, ne mesure pas moins de 120 kilomètres du nord-ouest au sud-est avec une largeur variant de 60 à 80 kilomètres. Sa superficie égale le tiers de celle de la Nouvelle-Calédonie ; entourée de nombreux îlots, elle présente plutôt le caractère d'un archipel que d'une île isolée.

Les naturels sont de grande taille, vigoureux et se montrent toujours bien armés ; on pense qu'ils exercent une certaine autorité sur les habitants des îles voisines. L'intérieur n'est pas connu des Européens. Sur la côte orientale, la vaste baie de Saint-Philippe, au fond de laquelle se jette une rivière navigable pendant quelques milles, offre un excellent emplacement pour un établissement colonial. Les vents alizés qui soufflent sur l'île, sont remarquables par leur fraîcheur ; la

température de Saint-Esprit est inférieure d'environ 4° à celle des autres îles du groupe. Quiros avait raison de s'extasier sur la beauté et la fertilité de la terre qu'il avait découverte : elle est, par son aspect, l'une des plus belles du monde.

Les îles *Banks* qui, comme nous l'avons dit, se rattachent géographiquement aux Nouvelles-Hébrides, forment au nord-est de Saint-Esprit un groupe de cinq îles dont les plus grandes, *Vanua-Lava* et *Sainte-Marie,* montagneuses et bien boisées, sont encore peu connues. Les habitants semblent être d'un naturel plus pacifique que leurs voisins du sud.

En résumé, la population des îles que nous venons de passer en revue paraît être relativement considérable ; les évaluations les plus modérées la portent à 100,000 individus. Dans leur ensemble, elles offrent à peu près la superficie de quatre de nos départements. Le sol y est certainement d'une extrême fertilité.

Toutefois, il convient d'ajouter que le climat n'est pas très salubre ; par suite de la force de la végétation et de l'humidité du sol, il est moins favorable aux Européens que celui de la Nouvelle-Calédonie.

Les Nouvelles-Hébrides étant plus rapprochées de l'équateur, il est tout naturel que la chaleur y soit plus forte ; elle n'est cependant pas accablante, car la plupart du temps elle est tempérée par la brise de mer. Les côtes, exposées aux vents régnant du sud-est, sont assez saines, mais la fièvre paludéenne sévit plus ou moins dans toutes les îles, surtout pendant la saison des pluies, de janvier en avril.

Les productions naturelles de l'archipel consistent en cocos, sagous, bananes, muscades, cannes à sucre, manioc, taros, patates et ignames. Dans les îles du nord, les huîtres perlières sont abondantes ; le poisson l'est également partout, mais certaines espèces sont malsaines. Les meilleurs articles pour les échanges sont les colliers, les hameçons, le calicot, les haches, les bouteilles, le tabac américain, les cercles de fer et le bois coupé par petites longueurs.

En terminant ce rapide exposé qui emprunte aux circonstances présentes un certain intérêt d'actualité, je ne ferai aucune incursion sur le domaine de la politique ; je me bornerai à signaler l'importance réelle de la position de ces îles, qui forment le complément naturel de la Nouvelle-Calédonie.

M. J. V. BARBIER

Secrétaire général de la Société de géographie de l'Est, à Nancy.

DE L'APPLICATION DES RÈGLES DE TRANSCRIPTION DES NOMS GÉOGRAPHIQUES POSÉES PAR LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE DE PARIS

— Séance du 16 août 1886. —

Avant que le comité de géographie de Paris nommât la commission dont je viens de résumer les travaux[1], avant même que le service hydrographique de la marine s'occupât de la question de l'orthographe des noms géographiques, j'avais, au Congrès de la Sorbonne, de 1885, provoqué le concours des hommes les plus compétents pour la résoudre. Faute de trouver un écho à l'appel que je leur adressai, je me mis à l'œuvre moi-même, et à une observation personnelle accumulée depuis plusieurs années, je joignis tous les éléments de phonétique comparée que purent me fournir les grammairiens de toutes les langues classées. Je fus amené, d'abord, à rechercher tout ce qui avait été fait et publié sur cette question, depuis Volney jusqu'à Lepsius et jusqu'aussi les travaux de notre honorable président M. le général Parmentier. Puis, de tous ces contingents réunis, je fis une synthèse générale, je hasardai quelques conclusions et le tout reçut un corps dans le petit livre que j'ai l'honneur de déposer sur le bureau du congrès, lequel comprend trois parties : 1° historique de la question ; 2° étude de l'alphabet de transcription; 3° tableau général de phonétique comparée : l'Académie de Stanislas en a décidé l'impression dans ses Mémoires.

Entre temps survint le travail de la commission précitée. Il se trouva que, d'accord sur certains points avec elle, je dus la combattre sur quelques autres, ou tout au moins donner à ceux-ci une interprétation plus large et plus pratique.

Au dernier congrès de la Sorbonne, j'ouvris une discussion pour justifier mes interprétations : le rapport déposé en ce sens a été reproduit dans le 2e Bulletin de notre Société, et dans un appendice à mon *Essai d'un lexique géographique*[2].

Au récent congrès de Nantes, bien qu'il fût d'un caractère aussi commercial que géographique, j'ai résumé quelques-unes des idées et

1. L'auteur a communiqué au congrès le texte des règles de transcription posées par la Société de géographie de Paris.
2. Ici M. J. V. Barbier donne lecture de l'appendice de son livre.

des conclusions auxquelles je suis arrivé. Aujourd'hui, comme toujours, à la recherche de la vérité, même partout où elle semble le plus difficilement saisissable, dans l'indépendance absolue de tout esprit de parti, tout en allant au-devant des critiques et des discussions, mes recherches incessantes et le laborieux inventaire de 500,000 noms peut-être qui forment la nomenclature géographique, inventaire dans lequel j'avance tous les jours, m'amènent à penser que si le transcripteur ne doit pas perdre de vue un seul instant l'unification de son système, il aura à compter, dans la pratique, avec des considérations diverses et souvent très inattendues.

La rapidité des communications, l'immense et multiple publicité de la presse, donnent aujourd'hui une sanction rapide et trop souvent prématurée à une quantité de noms géographiques. Et ce qui ressort le plus directement de ce fait, c'est que nous sommes amenés à accepter la transcription faite par les Anglais, par exemple, pour leurs possessions des Indes, de l'Amérique et du Cap, de même qu'ils sont amenés eux à respecter notre transcription des noms algériens. Je cite cet exemple entre tant d'autres, car les noms reçoivent ainsi une sanction officielle que tôt ou tard le géographe est bien obligé d'accepter. C'est ce qui rend sa tâche aujourd'hui si difficile, surtout quand, dans un même pays et pour une même langue, les transcriptions officielles diffèrent. Entre les deux catégories de noms, — 1° noms dont l'orthographe est absolument acceptée par l'usage, et 2° les noms peu ou pas connus auxquels le lexicographe peut appliquer sans réserve les règles scientifiquement acceptées, — il y a une catégorie immense de noms écrits très diversement par les auteurs, les voyageurs, la presse et le public même.

D'autre part, et en serrant la question de plus près, — revenant un instant à ce que je disais tout à l'heure pour l'Algérie, où s'arrête la sanction officielle dans les territoires assez mal définis qui bordent nos possessions algériennes du Sud? Sans doute, comme me le disait M. Bouquet de La Grye, qu'un départ précipité empêche d'assister à cette séance, on n'aura qu'à s'en tenir aux transcriptions faites par l'état-major, et M. le colonel Foucher, délégué du ministère de la guerre à Nantes, nous a dit que, dans la carte en cours d'exécution, l'orthographe était revisée par une commission spéciale; mais il n'est pas bien sûr que ce soit en conformité des règles posées par la Société de géographie de Paris.

Convenons que la limite est très élastique et que, là déjà, le lexicographe aura besoin d'opérer avec la plus grande réserve, le tact et la sûreté de main que la pratique incessante de la nomenclature géographique peut seule donner. J'ai déjà passé au crible plus de 30,000 mots; mais je ne me prononcerai définitivement que quand j'aurai terminé le

colossal recensement dont je vous ai tout à l'heure donné l'importance, car là seulement je trouverai tous les éléments de cette nouvelle synthèse du classement pratique des mots et de la constitution rationnelle de ce que vous me permettrez d'appeler *l'état civil des noms géographiques*. Toute conclusion décisive serait aujourd'hui prématurée, car chaque pas en avant fait dans cette recherche apporte une idée nouvelle.

D'ailleurs il ne suffit pas d'élaborer, si savamment et si logiquement que ce soit, des règles de transcription ; il ne suffit pas davantage, quoique cela soit déjà plus difficile, de les appliquer avec toute la mesure et les tempéraments que je viens de dire ; il faut encore les faire accepter par l'usage. Et pour cela il faut arriver à les rendre acceptables par tous. Vous aurez beau avoir pour vous toutes les publications cartographiques officielles, ce sera déjà quelque chose, mais ce ne sera pas suffisant ; car, au temps de libre appréciation où nous vivons, on n'imagine guère, par exemple, un ministère de l'Instruction publique imposant à tous les ouvrages destinés à l'instruction, une orthographe officielle pour les noms étrangers sur lesquels chicanent encore les philologues et les linguistes. Si cette évolution nécessaire pour l'unité du langage géographique doit être, pour les raisons dites au début, aussi prompte que possible afin d'empêcher de nouveaux abus et de nouvelles incohérences, elle sera forcément plus lente pour rectifier les anciens. Là, les résistances seront grandes, et le lexicographe ne gagnerait rien à faire violence et à vouloir passer outre sans être certain d'être suivi par les auteurs aimés du public.

De toutes les transformations indiquées par les règles dont nous avons parlé celles qu'apportera l'emploi du *sh* et de l'*u* (ou), surtout quand les sons *ch* et *ou* français sont initiaux, paraissent les plus difficiles à faire admettre. Suffira-t-il d'indiquer dans un lexique que les noms commençant par *ch* que l'on ne trouvera pas à la lettre *c* devront être cherchés à la lettre *s ?* Sans doute, c'est très simple. Le nombre de ces mots n'est peut-être pas tellement grand qu'on ne puisse faire un renvoi à chaque mot et c'est là que le recensement apportera une indication précieuse. Je le fais en ce moment, et sans doute avant notre prochaine session je pourrai renseigner nos géographes sur ce point. Quant à la prononciation de *sh,* elle n'est assurément pas douteuse.

En sera-t-il de même pour *u* (ou) ? Le problème ici se dédouble ; *ou* français initial a deux valeurs : voyelle il sera figuré par *u,* demi-voyelle il devra l'être par *w*. De là deux catégories pour lesquelles se pose la même question que pour *sh :* elle ne pourra être résolue que d'après l'importance numérique des noms commençant par le son *ou*.

Et, en thèse générale, nos oreilles et nos yeux, — car l'écriture est

ici toujours un peu idéographique, — s'habitueront-ils à cette imitation de consonnance du son et de la figuration *ou* rendus par *u*? Je ne crois pas la difficulté bien grande, et si nous commettons fréquemment cette hérésie de prononcer *u* l'*u* des noms transcrits par les Allemands, les Anglais, les Espagnols, etc., si même nous prononçons ainsi l'*u* annamite — langue dont nous empruntons l'orthographe en dépit du bon sens[1], — nous savons cependant pertinemment qu'il ne s'agit pas de notre son *u* français, et c'est par pure négligence que nous le prononçons mal puisque déjà nous nous sommes habitués à maintenir la lettre *u* dans l'orthographe de cette langue.

On peut donc déjà faire beaucoup dans ce sens, sans bouleverser trop nos traditions, ni trop heurter notre routine. Il semble difficile aujourd'hui de marquer le point précis en deçà duquel on ne saurait rester et que l'on ne saurait franchir impunément : ce sera pour moi l'objet d'études et de communications diverses ultérieures ; car, recherchant la sanction, je dois solliciter partout la critique. Mais dès aujourd'hui, si d'ores et déjà on doit tout mettre en œuvre pour apporter un peu d'ordre dans notre nomenclature géographique, si l'on doit mettre entre les mains des découvreurs un moyen de ne plus nous apporter que des noms rationnellement orthographiés, si par conséquent une lexicographie bien comprise doit préparer les voix pour assurer le succès final, on ne saurait méconnaître qu'elle doit se tenir en défense contre les systèmes trop absolus et qu'elle ne peut être, en somme, qu'une œuvre de transition sans cesser d'être une œuvre de progrès et de réorganisation. Si, du reste, les Français ont à apprendre à prononcer les noms exotiques, ce ne sera pas plus difficile pour eux que d'apprendre — car on ne le fait jamais qu'avec une très large approximation, — à prononcer les noms germaniques ou italiens. En fait, il s'agit d'abord d'orthographier les noms géographiques ; après quoi nous verrons à les prononcer aussi convenablement que possible : il faut avant tout savoir en quelle langue un mot est écrit pour apprendre à le parler, et vouloir trancher du même coup la question de l'orthographe et de la prononciation, c'est vouloir rendre insoluble un problème qui n'est que difficile.

1. Nous n'avons aucune notion vulgaire de la valeur des consonnes et nous transcrivons sans les signes diacritiques qui indiquent la valeur des voyelles.

M. E. GÉNIN

Professeur au lycée de Nancy, délégué de la Société académique indo-chinoise de France.

LES HOVAS, LEURS LOIS ET LEURS COUTUMES

— *Séance du 18 août 1886.* —

On ignore quelle est la population de l'île de Madagascar, mais les voyageurs modernes les plus compétents l'estiment à environ 3 ou 4 millions d'habitants. Les Hovas qui habitent le plateau d'Émirne seraient au nombre d'un million; on évalue à environ 600,000 les Betsileos qui leur sont soumis. La côte occidentale, occupée par les Sakalaves, serait peuplée de 500,000 habitants, tandis que la côte orientale en aurait 2 millions dont la majorité serait formée par des nègres océaniens ou Betsimisaraks. Un grand nombre d'Arabes répandus sur les côtes nord-ouest et sud-est sont connus sous le nom d'Antalaots ou peuple d'au delà de la mer. Le chiffre des Européens établis à Madagascar s'élève à environ 2,000 dont les deux tiers sont Français.

Les Hovas, immigrants malais, poussés par la tempête abordèrent à une époque inconnue sur la côte occidentale et peu à peu ils pénétrèrent successivement dans le plateau central et imposèrent leur domination aux anciens maîtres de l'île.

Plus grands et plus forts que leurs rivaux, pirates redoutés, pillards insatiables, ils sont parvenus à asseoir leur domination grâce à leur persévérance et à leur perfidie. Ils ont le teint jaunâtre ou cuivré, les yeux et les cheveux noirs, ces derniers lisses et raides, les pommettes saillantes. Ils sont, écrit Flacourt, braves, intelligents, ambitieux, d'une finesse et d'une perfidie incroyables. Le mensonge, la fourberie et la dissimulation sont leurs ressources ordinaires et le peu de zèle que nous avons montré à soutenir des droits séculaires les a rendus arrogants. Ce qui les caractérise, c'est un orgueil insensé : ils se croient invincibles et inattaquables dans leurs montagnes. Leurs deux grands généraux, disent-ils, Hazo, la forêt, et Tazo, la fièvre, les défendront toujours contre nous. Peut-être doivent-ils leur supériorité relative sur tous les habitants de l'île « à leur origine, au climat moins énervant du pays qu'ils habitent, à l'impulsion qui leur a été donnée par les gouvernements vigoureux qui se sont succédé depuis qu'ils sont sortis de leur état d'anarchie[1]. »

1. Commandant plus tard amiral Dupré.

Bien que l'ivrognerie soit ordinaire chez les Hovas et que la reine Ranavalo ait été obligée de défendre l'usage du rhum[1] qui rend les sages fous et les fous plus fous encore, les nouveaux venus augmentent sensiblement en nombre tandis que les indigènes de race noire vont décroissant. A force de persévérance et d'économie, les Hovas, contraints au travail par la rudesse relative du climat de leurs plateaux et par la médiocre fertilité du sol, sont arrivés à une civilisation relative; ils paraissent plus aptes que les autres peuplades malgaches à s'assimiler les sciences et les mœurs européennes. Malheureusement chez les Hovas le gouvernement est despotique. Le roi ou la reine sont considérés comme d'origine divine; ainsi s'expliquent le respect qu'ils inspirent et la confiance absolue qu'on a en leurs décisions. Nul n'a jamais songé à enfreindre ou à discuter les ordres de la reine ni à la trouver laide même si elle a l'air d'une harpie ou d'une maritorne. Quand elle paraît en public, des acclamations frénétiques semblables au murmure des flots agités sortent de toutes les poitrines et l'on entend la foule répéter: la reine est notre soleil, notre dieu.

En montant sur le trône, le roi ou la reine se mettent pour la forme sous la tutelle du peuple, promettent de lui demander conseil, de ne rien faire de contraire à sa volonté, mais en réalité le souverain qui est maître absolu est gouverné par une oligarchie militaire qui exerce le pouvoir en son nom. Depuis 50 ans, cette oligarchie n'a laissé arriver au trône que des reines, dirigées par quelques conseillers dont le plus puissant commande l'armée. Aujourd'hui, ce personnage omnipotent s'appelle Raïnilajarino-ny. Il nomme les sept autres ministres chargés des affaires étrangères, de l'intérieur, de la justice, des lois, du commerce, des finances, de l'instruction publique. Autrefois avant de prendre une décision, le premier ministre consultait les idoles qui opinaient à son gré; depuis 1883, il demande parfois l'avis d'un simulacre de parlement de 100 membres, composé des flatteurs du maître et dont les $^9/_{10}$ sont d'anciens élèves des méthodistes anglais. Tous les matins, il y a chez la reine un kabar, où l'on discute la politique et les affaires courantes. Il est fort difficile de pénétrer près de la souveraine : le Français Laborde, le commandant Dupré, devenu plus tard amiral, et le missionnaire anglais Ellis sont presque les seuls qui aient obtenu cet honneur, encore ce dernier s'y est-il repris à trois fois. Les jours d'audience solennelle, 80 ou 100 personnes environnent la souveraine, mais son fils, les princes et son orateur ont seuls le privilège de lui adresser la parole. M. Ellis rapporte que la reine Ranavalo (1856) était assise sous un dais écarlate, portait une couronne

1. O mon peuple, pourquoi aimes-tu le rhum ? s'écrie Ranavalo dans un édit.

faite de bandes d'or, ornée d'une dent de crocodile, et avait autour du cou une dentelle d'or. La reine était une personne de 68 ans au visage énergique et aux traits réguliers.

La population de l'Ankova se divise en castes nobles et en castes roturières. Les castes nobles sont au nombre de sept; elles prétendent toutes descendre des anciens rois du pays. Deux d'entre elles se disputent depuis de longues années la mairie du palais. Ralambo, qui régnait vers 1587, aurait organisé les quatre premières classes: l'une avait pour chef son fils, les autres des seigneurs de sa parenté. Les nobles des hautes classes ont le droit de prélever les premiers et les meilleurs fruits du sol. Les courtisans sont classés d'après les services rendus. Les grades, Vouninahitra, littéralement fleur d'herbe, se distinguent par leurs numéros au nombre de 17, mais comme le rapport de toutes les missions est confié à l'officier du grade le plus élevé, afin d'éviter le travail aux princes de la famille royale, on laisse au-dessus d'eux un grade ou deux et ils ne sont généralement que quinzième honneur.

Les esclaves forment plus de la moitié de la population de l'Émirne. Ce sont les descendants de ceux que les malheurs de la guerre ont réduits en servitude. Ils appartiennent aux diverses tribus que les victoires et les violences de Radama Ier et de ses successeurs ont soumises au dur joug des Hovas. Les Betsiléos sont de beaucoup les plus nombreux. Ces esclaves se divisent en deux classes: les uns, les Tandouaka, appartiennent à la couronne et remplissent d'importantes fonctions dans le palais de leur souveraine. Plusieurs d'entre eux sont fort riches, ont eux-mêmes des esclaves et jouissent d'un grand crédit; les autres sont la propriété de puissants seigneurs dont quelques-uns possèdent plus de mille ouvriers ou domestiques. Tout ce monde travaille aux champs ou à la maison, mais pour échapper à la surveillance et vivre à leur guise, ces esclaves demandent souvent à leurs maîtres la permission de se louer comme porteurs. Le propriétaire touche alors la moitié du salaire. Le Hova, qui spécule sur tout, achète de préférence les enfants de 8 à 10 ans qui sont plus faciles à dresser et moins enclins à fuir. Les femmes se paient plus cher que les hommes. Une ouvrière en soie se vend parfois 200 écus. Dans l'Émirne, les esclaves sont en général assez bien traités; ils font partie de la famille et ne peuvent être vendus en dehors du territoire hova. Comme ils ne sont astreints à la culture ou aux soins du ménage qu'environ une heure sur dix, ils peuvent disposer du reste de leur temps. On rencontre le plus souvent ceux de la capitale allant chercher du bois et de l'eau potable qui sont rares à Tananarive.

A première vue, l'impôt ne paraît guère plus lourd à supporter que

la servitude. Le Hova et l'indigène des contrées soumises ne paient au fisc qu'une cote personnelle d'environ un centime par tête [1], mais chaque famille doit fournir en outre 30 à 35 livres de riz ou de paille. Ces impôts n'auraient rien de vexatoire si la corvée ne venait s'y ajouter. Elle est arbitraire et comme la loi n'en fixe ni la quantité ni la durée et qu'elle revêt toutes les formes, le Malgache et le Hova ne s'y soumettent qu'en maugréant. Tout noble, tout officier est muni d'une autorisation permanente qui lui permet d'exiger la corvée des indigènes. Tantôt elle consiste à construire des palais pour les grands (on prétend que celui de la reine a coûté la vie à 15,000 hommes), des temples, des routes, des chaussées, tantôt à passer sa vie entière au service de la reine comme marmiton, tailleur, horloger ou écrivain. Bien des jeunes gens instruits feignent en présence des inspecteurs des écoles de ne savoir ni lire ni écrire de peur de voir leur existence s'écouler à copier sans rétribution des lettres ou des rapports [2]. Le Gouvernement perçoit en outre à l'importation 10 p. 100 payables en nature sur tous les produits étrangers, mais comme il ne rétribue pas plus les douaniers que les autres fonctionnaires, toute la gent bureaucrate, qui est avide et besogneuse, se laisse volontiers séduire par l'appât de quelques piastres. Aussi de tout l'argent levé sur le peuple, fort peu rentre au Trésor. Heureusement, la reine a d'autres sources de revenu ; elle hérite de tous les sorciers condamnés comme tels (ils sont nombreux) et de tous ceux de ses sujets qui meurent sans postérité.

A Madagascar, le juge ne reçoit aucun traitement. Comme au XVIe et au XVIIe siècle en France, il exploite le pauvre monde et le gruge; il ne rend pas, il vend ses sentences absolument comme l'archiduc de la Tapinaudière, des chats fourrés dont nous parle Rabelais. Le plaideur qui ne l'ignore pas, a soin de graisser la patte à Perrin Dandin. Le présent à offrir, la somme à verser varie selon le grade de ce dernier et l'importance de l'affaire. Les procès sont interminables; aux enquêtes succèdent les contre-enquêtes et l'on discute comme dans les *Plaideurs* de Racine sur ce que de foin une poule peut manger en un jour. Les chefs de village ont mission de mettre fin aux différends survenus entre leurs administrés ; s'ils n'y parviennent pas, ceux-ci s'adressent au Vadintany, ou commandant de district, ou au chef de tribu, qui sont chargés à la fois de mettre d'accord les parties, de répartir la corvée et de transmettre au peuple les ordres de la reine.

Les Hovas ont un Code pénal et un Code civil promulgué en 1881 et

1. P. La Vaissière.
2. P. La Vaissière.

appelé Code Parrett du nom d'un imprimeur anglais. Cette législation est une parodie de la civilisation européenne; le peuple mécontent s'en indigne, mais le peuple n'est rien et ne sait qu'obéir. Autrefois, les épreuves par l'eau, le feu et le poison étaient en honneur. Radama II les a supprimées. Aujourd'hui le condamné est exposé au soleil, subit la bastonnade, est vendu comme esclave, emprisonné, mis aux fers ou décapité. Le Code hova est draconien, il porte peine de mort, vente des femmes et des enfants et confiscation des biens pour la désertion à l'ennemi, pour celui qui entraîne des hommes en dehors du territoire hova, pour celui qui viole les cachets et contrefait les signatures, pour celui qui découvre, fouille et dénonce une mine d'or ou d'argent. Un édit de la reine déclare qu'elle n'a d'ennemis que la famine et les inondations et que quand les digues des rivières seront brisées, si les avoisinants ne suffisent pas pour les arranger, tout le peuple devra y mettre la main pour en finir tout de suite [1]. Celui qui ne se conforme pas aux lois est marqué au front, ne peut porter les cheveux longs ni aucune toile propre ni le chapeau sur la tête. Tout homme non marié est déclaré mineur. Celui qui incendie les forêts ou les défriche est condamné à dix ans de fers. Quelqu'un est-il accusé de sorcellerie ou de conspiration, il s'efforce de gagner ses juges et se ruine en présents, car s'il perd son procès, ses biens sont confisqués.

Même devant la mort, il y a inégalité entre le riche et le pauvre: si le condamné à la peine capitale paie grassement le bourreau, celui-ci lui abat la tête d'un seul coup, sinon il la lui scie avec un couteau de boucher [2]. Tel est le châtiment infligé aux assassins et aux sorciers malfaisants. Les voleurs, les débiteurs insolvables, ceux qui portent contre un ennemi ou un voisin une grave accusation reconnue fausse sont réduits en esclavage.

Non seulement les lois, mais les relations de famille diffèrent beaucoup des nôtres. En général, à Madagascar les futurs époux sont fiancés dès l'enfance. Si, parvenus à l'âge adulte, ils se conviennent et si le sorcier déclare que leur destin s'accorde, le fiancé fait sa demande au père de la jeune fille tout en se réservant de prononcer lui-même le divorce pour incompatibilité d'humeur, inconduite ou stérilité de la femme. Rien n'irrite autant le mari que l'absence d'héritier. D'ordinaire l'époux apporte les $^2/_3$ des biens que l'on met en commun. La polygamie est permise. Le Hova, comme le Malgache, peut avoir jusqu'à trois femmes s'il est assez riche pour se payer ce luxe, mais la Vadé-Bé, la femme légitime dirige la maison. C'est un déshonneur de n'avoir

1. M. Pascal Crémazy.
2. P. La Vaissière.

point d'enfant, aussi l'adoption est-elle d'un usage général ; souvent même chez les Hovas elle devient une industrie et, chose étrange, c'est le plus jeune qui adopte le plus âgé. Un enfant de dix ans, s'il a quelque ambition, se déclare le fils adoptif de tel haut personnage afin d'arriver grâce au crédit dont jouit son père aux fonctions publiques et peut-être aux emplois de cour. Chez les Hovas, la mère porte sans cesse son enfant sur son dos ; à l'âge d'un mois, on expose les garçons en face d'un fusil, d'un sabre ou d'une corde, les filles en face d'une navette. Entre trois et cinq mois, un astrologue, né de père et de mère vivants, coupe les cheveux du nouveau-né, les assistants se régalent de riz et de miel d'abeilles vivantes disposés à l'avance sur sept assiettes ; les touffes du haut de la tête sont jetées sur de l'herbe bien fraîche et mangées aussitôt par une vache, ce qui empêche, croit-on, de devenir chauve [1]. Il y a quelque trente ans, dès qu'un enfant naissait, on l'exposait sur un sentier fréquenté par les bœufs. Si ces derniers passaient sans le blesser, il était regardé comme le protégé des dieux et on le rapportait en triomphe à la maison. Mais les bœufs n'étaient pas toujours pleins d'égards et souvent ces pauvres petits êtres périssaient sans que leurs parents s'en émussent le moins du monde.

Le chef de famille assigne dès l'âge le plus tendre à chacun de ses fils sa part du bien paternel. Un enfant de huit ans a ses bœufs et ses rizières et aussitôt qu'il a grandi au sein de la communauté qui continue à le nourrir et à pourvoir à ses besoins, il s'efforce de faire prospérer son avoir personnel. Dans l'Émirne, la famille se gouverne elle-même d'après des traditions qui se transmettent de bouche en bouche. Non seulement le père peut adopter autant de fils qu'il lui plaît, mais il a le droit de rejeter de la famille ceux qui la déshonorent. Il est libre de tester à son gré et de déshériter celui de ses enfants qu'il juge indigne d'obtenir une part de son avoir. Il y a quelques années, il était permis au père de vendre son fils comme esclave. Ce droit lui a été enlevé en 1861. Les procès entre parents sont assez fréquemment arrangés par les plus âgés de la famille constitués en tribunal.

C'est surtout le culte des ancêtres qui constitue le lien de la famille. Autrefois, on dévorait les morts ; c'était, croyait-on, la meilleure manière de leur prouver de l'affection et en même temps de faire revivre leurs vertus dans la personne de leurs descendants. Aujourd'hui on immole des bœufs en leur honneur et on leur élève de magnifiques tombeaux sur lesquels on porte des présents.

1. M. L. Leroy.

M. le Général PARMENTIER

VOCABULAIRE SCANDINAVE-FRANÇAIS DES PRINCIPAUX TERMES DE GÉOGRAPHIE ET DES MOTS QUI ENTRENT LE PLUS FRÉQUEMMENT DANS LA COMPOSITION DES NOMS DE LIEU.

INTRODUCTION.

1. Dans l'ensemble des langues dites *aryennes* ou *indo-européennes,* les langues scandinaves forment une des grandes divisions du rameau *teutonique* qui comprenait autrefois le *vieux haut-allemand,* le *bas-allemand* subdivisé en *gothique, anglo-saxon, vieux saxon, vieux frison,* et le *vieux norse* ou *nordique* parlé dans toute la Scandinavie.

La traduction de la Bible en méso-gothique par Ulfilas est le plus ancien monument des langues teutoniques, ce qui a souvent fait dire que le gothique est la langue mère de toute cette classe d'idiomes. Cela n'est certainement pas exact, mais c'est dans le gothique qu'il faut chercher les formes les plus primitives des langues teutoniques, comme on retrouve dans le *sanskrit* les formes les plus anciennes des langues indo-européennes[1].

Le *gothique* a tout à fait disparu depuis le VIIe siècle. Le *vieux haut-allemand* qui comprenait plusieurs dialectes (le franc, l'alémano-souabe et le bavarois) a donné naissance à l'allemand littéraire actuel en passant par l'étape intermédiaire du *moyen haut-allemand.* L'*anglo-saxon* a produit l'*anglais.* Le *bas-allemand* proprement dit (saxon et frison) a pour représentants actuels, d'une part le patois dit *platt-deutsch* qui

1. La grande famille des langues indo-européennes, qui renferme les idiomes les plus parfaits, comprend : 1° le rameau *aryen* proprement dit (anciens sanskrit, prakrit et pali, et hindoustani actuel); 2° le rameau *iranien* (anciens zend et pehlvi, persan actuel, afghan ou pouchtou, kurde), auquel on rattache l'arménien; 3° le rameau *celtique* (kymrique de la Bretagne française et de Cornouailles, gaélique d'Écosse, d'Irlande et de l'île de Man); 4° le rameau *pélasgique* (grec — osque, ombrien et latin de l'Italie ancienne et langues novolatines : provençal, espagnol, portugais, français, italien, roumain ou moldo-valaque et rhéto-roman, c'est-à-dire romanche des Grisons et latin du Frioul et de l'Engadine); 5° le rameau *slave* (ancien lithuanien, vieux prussien, letton de la Courlande et de Livonie, ancien slavon ecclésiastique; russe, ruthène, bulgare, serbe ou croate, slovène, tchèque ou bohême, slovaque, polonais et vinde de la Lusace); 6° enfin, le rameau *teutonique* (germanique et scandinave) dont il est question ci-dessus.

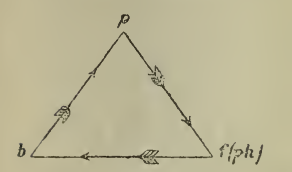
se parle dans la Westphalie et le Hanovre, et d'autre part le *flamand* et le *hollandais*.

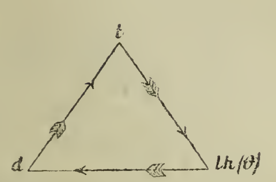
Le *norse* s'étendait autrefois sur le Danemark, la Suède et la Norvège. On l'appelait langue danoise (*dönsk túnga*) à l'époque où le Danemark était le plus puissant des États du Nord. Quand la langue s'altéra dans ce royaume, le norse prit le nom de norvégien (*norrœna túnga*); mais en Norvège aussi la langue ne tarda pas à se corrompre et le norse prit le nom d'*islandais* (*íslenska túnga*). Portée en Islande par des colons norvégiens au IXe siècle, la vieille langue norse s'y est remarquablement maintenue jusqu'à nos jours sans subir d'altération profonde comme cela était arrivé en Danemark et dans la presqu'île scandinave; l'islandais actuel diffère donc très peu de l'ancienne langue classique des États du Nord et peut être considéré comme la langue mère des autres idiomes scandinaves : le *suédois*, le *danois* et le *norvégien*. Ce dernier d'ailleurs n'est plus qu'un patois ou dialecte populaire, car en Norvège les classes lettrées ont adopté le danois comme langue officielle ; le norvégien littéraire n'est plus que du danois auquel s'ajoutent quelques expressions et quelques tournures locales. Parmi les 3 langues scandinaves actuelles c'est le danois ou le dano-norvégien qui présente les formes les plus modernes et les plus altérées[1] : il s'est germanisé, d'abord par l'influence de l'anglo-saxon sous Knut-le-Grand (1014-1036) et par celle des cours des rois allemands régnant sur le Danemark, puis par suite des nombreuses relations des commerçants danois avec les villes anséatiques et du grand nombre d'étudiants fréquentant les universités allemandes ; la réformation agit dans le même sens. Le danois actuel date de la traduction de la Bible. Il a pour base le dialecte oriental qui se parle dans les îles et sur la côte orientale du Jutland ; le dialecte qui se parle sur la côte occidentale du Jutland et dans le nord du Slesvig n'est plus qu'un simple patois qui a cela de très particulier qu'il n'emploie pas l'article suffixe si caractéristique dans les langues scandinaves (voy. § 4).

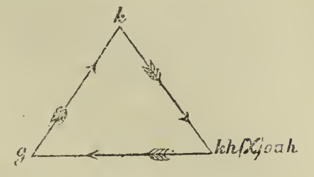
2. Les langues teutoniques présentent dans la grande famille des langues indo-européennes une caractéristique fort remarquable. Elles ne conservent généralement pas les explosives primitives de la langue commune qu'on retrouve presque toujours inaltérées dans le sanskrit, le grec, le latin et les langues slaves. Elles ont, en effet, une grande tendance à changer les douces *b, d, g* en leurs correspondantes fortes *p, t, k,* celles-ci en leurs aspirées *ph* (*f*), *th* (c'est-à-dire *th angl.* dur ou θ grec), *kh* (c'est-à-dire χ grec ou *ch all*d dur) ou *h* aspirée, enfin

1. Les plus anciens monuments littéraires danois ne remontent pas au delà du XIIe siècle. Ce sont des textes de lois : la loi ecclésiastique de Scanie de 1141, et la loi de Sélande de 1170 ; le manuscrit de ces lois ne date d'ailleurs que du XIIIe siècle. (*Histoire de la littérature en Danemark et en Suède,* par X. Marmier. Paris, 1839.)

circulairement les aspirées en douces, ce qu'on peut représenter par les figures suivantes :







Le *haut-allemand* forme à ce point de vue une classe à part à côté de toutes les autres langues teutoniques (tant germaniques que scandinaves), car il traite les explosives teutoniques comme les autres langues de cette famille traitent les explosives primitives : en d'autres termes il fait faire à ces lettres un second pas dans le cycle de substitution indiqué ci-dessus. Ces substitutions de consonnes sont connues sous le nom de *loi de Grimm*[1].

En voici quelques exemples[2] :

I. *b* — *p* — *f* (ou *pf*) — *b*.

	1re substitution.	2e substitution.
1° *b* primitif : *gr.* κάνναβις, *l.* cannabis — *chanvre.*	*i.* hampr, *d.* hamp, *s.* hampa, *a.* hemp, *h.* hennep.	*v. h. a.* hanaf, *a.* Hanf.

Les exemples de cette substitution sont rares. Il n'y en pas un seul d'un *b* latin ou grec *initial* devenu *p* germanique : le *p initial* est tout à fait contraire au génie des langues teutoniques.

2° *p* primitif : *gr.* ὑπέρ, *l.* super — *sur.*	*g.* ufar, *i.* yfir, *a. s.* ofer, *s.* öfver (*a., d., h.* over).	*v. h. a.* ubar, *a.* über.
l. aper — *sanglier.*	*a. s.* ëofor.	*v. h. a.* ebur, *a.* Eber.
3° *f* primitif : *gr.* φηγός (chêne), *l.* fagus — *hêtre.*	*i.* bók, *s.* bok, *d.* bög, *h.* beuk, *a.* beech-tree.	*v. h. a.* puocha, *a.* Buche [3].
gr. φράτωρ (confrère), *l.* frater — *frère.*	*g.* brôþar, *i.* bróđir, *a.* brother, *s.*, *d.* broder, *h.* broeder.	*v. h. a.* pruodar, *a.* Bruder [3].
gr. γράφειν (gratter, écrire).	*g.* graban (creuser).	*v. h. a.* krapan, *a.* graben [3].

II. *d* — *t* — þ (*th*) ou *z*[4] — *d*.

1° *d* prim. : *s.* dvâu, *gr.* δύο, *l.* duo — *deux.*	*g.* tvai, *i.* tveir, *a. s.* twâ, *a.* two, *s.* två, *d.* to, *h.* twee.	*a.* zwei.

1. Le savant linguiste danois Rask (1787-1832) a le premier signalé, dès 1818, la loi de substitution des consonnes entre les langues classiques et les langues scandinaves. Mais l'Allemand Jacob Grimm a reconnu la seconde substitution dans le haut-allemand, et il a traité la question à fond dans sa *Geschichte der deutschen Sprache* (*Histoire de la langue allemande*), 1848.

2. Abréviations : 1re *col. : gr* = grec, *l* = latin, *s* = sanskrit; 2e *col : a* = anglais, *a. s.* = anglo-saxon, *d* = danois, *g* = gothique, *h* = hollandais, *i* = islandais, *s* = suédois; 3e *col : a* = allemand actuel, *v. h. a* = vieux haut-allemand.

3. L'allemand littéraire actuel, fixé par la traduction de la Bible par Luther, ne procède pas uniquement de l'ancien haut-allemand. Luther a pris pour base le dialecte haut-allemand de Misnie, mais il l'a souvent modifié en se rapprochant du bas-allemand. C'est pourquoi la loi de Grimm se trouve parfois en défaut dans l'allemand moderne, revenu à la consonne de la première substitution, alors même que le haut-allemand avait fait régulièrement la seconde substitution.

4. Le þ gothique, anglo-saxon et islandais équivaut au *th* anglais dur ou θ grec. — Le haut allemand qui a perdu cette aspirée, l'a remplacée par *z* (prononcé *ts*) et même par *sz* ou *ss*.

s. daçan, *gr.* δέκα, *l.* decem — *dix.*	*g.* taihun, *i.* tíu et tígr, *a. s.* tig, teg, *s.* tio, *d.* ti, *a.* ten, *h.* tien.	*v. h. a.* zehan, *a.* zehn.
s. dánta-s, *gr.* ὀδοῦς (ὀδοντ-), *l.* dens (dent-) — *dent.*	*g.* tunþus, *s., d., h.* tand, *a.* tooth, *a. s.* tóđ, *i.* tönn.	*v. h. a.* zand, *a.* Zahn.
gr. δάκρυ — *larme.*	*g.* tagr, *i.* tár, *s.* târ, *d.* taare, *a. s.* teâr, *a.* tear.	*v. h. a.* zakar, *a.* Zähre.
s. pad, *gr.* ποῦς (πόδ-), *l.* pes (ped-) — *pied.*	*g.* fôtus, *i* fótr, *a. s.* fôt, *a.* foot, *s.* fot, *h.* voet.	*v. h. a.* fuoz, *a.* Fuss.
gr. καρδία, *l.* cor (cord-) — *cœur.*	*g.* hairto, *i.* hjarta, *s.* hjerta, *d.* hjerte, *a. s.* heorte, *a.* heart, *h.* hart.	*v. h. a.* herza, *a.* Herz.
l. grandis — *grand.*	*a.* great, *h.* groot.	*a.* gross.
gr. δαμᾶν, *l.* domare — *dompter.*	*g.* et *a. s.* tamjan, *i.* temja, *s.* tämja, *d.* tæmme, *a.* tame, *h.* temmen.	*v. h. a.* zemen, *a.* zähmen.
s. admi, *gr.* ἔδειν, *l.* edere — *manger.*	*g.* itan, *i.* eta, *s.* äta, *a. s.* etan, *a.* eat, *h.* eten.	*v. h. a.* ezan (*a.* essen).
2° *t* prim. : *s.* tri, *gr.* τρεῖς, *l.* tres — *trois.*	*g.* þreis, *i.* þrír, *a. s.* þrî, *a.* three. Le *s.* et *d.* n'ayant plus l'aspirée þ ont gardé le *t* (tre). Le *h.* a fait la seconde substitution (drie).	*v. h. a.* drî, *a.* drei.
s. tvam, *gr.* τύ, *l.* tu — *toi.*	*g.* et *a. s.* þû, *i.* þú, *a.* thou. Le *s.* et *d.* ont fait la seconde substitution (du).	*v. h. a.* dû, *a.* du.
l. tectum — *toit.*	*g.* et *i.* þak, *a. s.* þaec. Le *s.* (tak) et le *d.* (tag) ont gardé le *t* ; le *h.* a fait la seconde substitution (dak).	*a.* Dach.
l. tonitru — *tonnerre.*	*a. s.* þunor (*i.* þórr, dieu du tonnerre), *a.* thunder.	*a.* Donner.
gr. φράτωρ, *l.* frater — *frère.*	*g.* brôþar, *a.* brother. Le *s.* et *d.* (broder) et le *h.* (broeder) ont fait la seconde substitution.	*a.* Bruder.
3° θ prim. : *gr.* θυγάτηρ (mais *s.* *d*uhitar) — *fille.*	*g.* dauhtar, daughtar, *a. s.* doghtor, *a.* daughter, *i.* dóttir, *s.* dotter, *d.* datter, *h.* dochter.	*v. h. a.* tohtar, *a.* Tochter.
gr. θύρα — *porte.*	*g.* daur, *a. s.* dura, *a.* door, *i.* dyrr, *s.* dörr, *d.* dör, h. deur.	*a.* Thor et Thüre[1].
gr. θήρ (bête sauvage, *fera*) — *bête.*	*i.* dýr, *d.* dyr, *s.* djur, *a. s.* deôr, *a.* deer, *h.* dier.	*v. h. a.* tior, *a.* Thier[1].

1. Dans ces exemples, *th* n'indique pas un retour à l'aspirée θ : c'est une simple erreur d'orthographe, car ces mots se prononcent *Tor, Türe, Tier,* et beaucoup d'Allemands adoptent aujourd'hui cette manière d'écrire.

III. *g — k — kh* (*ch. alld*) ou *h — g*.

1° *g.* prim. : *l.* gelidus — *froid.*	*g.* kalds, *i.* kaldr, *a. s.* ceald, *a.* cold, *d.* kold, *s.* kall, *h.* koud.	*v. h. a.* chalt (*a.* kalt) [1].
gr. γόνυ, *l.* genu — *genou.*	*g.* kniu, *i.* kné, *s.* knä, *d.* knæ, *a. s.* cneow, *a.* knee, *h.* knie.	*v. h. a.* chniu (*a.* Knie) [1].
s. yugan, *gr.* ζυγόν, *l.* jugum — *joug.*	*g.* et *h.* juk, *a. s.* geoc, *a.* yoke, *i.* et *s.* ok.	*a.* Joch.
gr. ἀγρός, *l.* ager — *champ.*	*g.* akrs, *i.* akr, *a. s.* aker, *s.* åker, *h.* akker.	*v. h. a.* achar (*a.* Acker)
l. regnum — *empire.*	*g.* reiki, *i.* ríki, *s.* rike, *h.* rijk.	*v. h. a.* rîchi, *a.* Reich.
gr. φηγός (chêne), *l.* fagus — *hêtre.*	*i.* bók, *s.* bok, *h.* beuk.	*a.* Buche.
gr. ἐγώ, *l.* ego — *moi.*	*g.* et *h.* ik.	*a.* ich.
2° *k* (c) prim. : *gr.* κάνναβις, *l.* cannabis — *chanvre.*	*i.* hampr, *d.* hamp, *s.* hampa, *a.* hemp, *h.* hennep.	(*a.* Hanf) [2].
l. caput (*gr.* κεφαλή) — *tête.*	*g.* haubiþ, *i.* höfuð, *a. s.* heâfod, *a.* head, *d.* hoved, *s.* hufvud, *h.* hoofd.	(*v. h. a.* houpit, *a.* Haupt) [2].
l. tectum — *toit.*	Le bas-allemand conserve le *k* (voy. ci-dessus II, 2°) et le *haut-allemand* fait la première substitution : Dach.	
	»	»
3° χ prim. ou *h* latin : *gr.* χόρτος (enclos), *l.* hortus (jardin).	*g.* gards, *i.* garðr (enclos), *a. s.* geard, *a.* garden (jardin), *s.* gård et *d.* gaard (enclos).	*v. h. a.* karto (*a.* Garten)
l. hostis — *hôte.*	*g.* gasts (étranger), *i.* gestr, *a. s.* gest, *s.* gäst, *d.* gjest, *a.* guest, *h.* gast.	*v. h. a.* kast (*a.* Gast).
gr. χήν, *l.* (h)anser — *oie.*	*g.* et *h.* gans, *i.* gás, *s.* gås, *d.* gaas, *a. s.* gôs, *a.* goose.	*v. h. a.* kans (*a.* Gans).

En comparant seulement entre elles les langues teutoniques, on peut dire que la substitution se fait d'une manière générale pour *d, t, th,* un peu moins pour *b, p, f* et surtout pour *g, k, ch* ou *h*. La connaissance de la loi de Grimm aide beaucoup à reconnaître des mots qui au premier abord paraissent fort différents, surtout quand il se rencontre deux substitutions dans le même mot, comme cela a lieu dans quelques-uns des exemples cités plus haut (suédois tak, alld Dach). Une triple substitution se voit dans le mot *Zülpich,* nom actuel de l'ancienne *Tolbiac,* présentant le remplacement régulier des trois explosives *t, b, k* (c) par *z, p, ch* (alld).

Il suit de ce qui précède que, dans les mots scandinaves qui ressemblent à leurs correspondants anglais, les consonnes explosives sont généralement restées les mêmes (p. ex. chêne, *a.* oak, *i.* eik, *s.* ek; sel, *a., s.* et *d.* salt; porte, *a.* door, *i.* dyrr, *s.* dörr, *d.* dör), mais qu'en comparant des mots scandinaves aux mots allemands correspondants, il faut,

1. L'allemand moderne n'employant plus l'aspirée *ch, au commencement des syllabes,* la remplace par le *k* du bas-allemand.

2. Le gothique, le scandinave, l'anglo-saxon et le bas-allemand, ne possédant pas l'aspirée *ch* (à l'exception du hollandais qui ne l'emploie jamais au commencement d'une syllabe), ils la remplacent comme le latin par *h*. Cette dernière lettre ne pouvant donner lieu à substitution, le haut-allemand la conserve naturellement.

dans ces derniers, faire subir aux explosives une substitution en sens inverse de celle qui a été indiquée plus haut :

L'allemand hal*b*, demi, devient half en suédois (*a.* half).
— Gra*b*, tombeau, devient *i.* gröf, *s.* graf.
— Schi*ff*, navire, devient *s.* skepp (*a.* ship).
— *tief*, profond, devient (par double substit.) *i.* djúpr, *s.* djup (*a.* deep).
— roth (ro*t*), rouge, devient *s.* et *d.* röd (*a.* red).
— Thal (*T*al), vallée, devient *i.* dalr, *s.* et *d.* dal (*a.* dale).
— schwar*z*, noir, devient *s.* svart [1], *d.* sort.
— Schmer*z*, douleur, devient *s.* smärta, *d.* smerte.
— *Z*ahl, nombre, devient *i.*, *s.* et *d.* tal (*a.* tale).
— *Z*eit, temps, devient (par double substit.), *i.* tíd, *s.* et *d.* tid (*a.* tide = marée).
— *Z*unge, langue, devient *i.* et *s.* tunga, *d.* tunge (*a.* tongue).
— Ei*ch*e, chêne, devient *i.* eik, *s.* ek (*a.* oak).
— Ba*ch*, ruisseau, devient *s.* bäk, *d.* baek, etc., etc.

3. Les langues scandinaves se distinguent de toutes les autres langues teutoniques par l'emploi caractéristique de l'article défini, accolé en suffixe au substantif.

En suédois l'article est *en* au masculin et au féminin, *ett* (ou *et* en suffixe) au neutre. Mis devant le nom, il a la valeur de l'article indéfini : *en man* un homme, *en qvinna* une femme, *ett barn* un enfant; mis en suffixe après le nom, ce même article équivaut à notre article défini : *manen* l'homme, *barnet* l'enfant. Quand le substantif se termine par une voyelle, l'article perd l'*e* : *qvinna* femme, *qvinnan* la femme, *öga* œil, *ögat* l'œil.

Il en est tout à fait de même en danois : *en mand* un homme, *manden* l'homme; *en kone,* une femme, *konen,* la femme; *et barn* un enfant, *barnet* l'enfant.

Au pluriel, l'article suffixe est *na* ou *ne* en suédois, et *ne* ou *ene* en danois. En suédois : *qvinna* femme, pl. *qvinnor* femmes, *qvinnorna* les femmes; *gosse* petit garçon, pl. *gossar,* petits garçons, *gossarne* les petits garçons. En danois : *pige* jeune fille, pl. *piger* jeunes filles, *pigerne* les jeunes filles; *mand* homme, pl. *mænd* hommes, *mændene* les hommes.

Quand le substantif est précédé d'un adjectif, l'article (qui se met *devant* l'adjectif) est *den* pour le masculin et le féminin, *det* pour le neutre, *de* au pluriel pour les trois genres, et cela tant en danois qu'en suédois. Ex. (en danois) : *den unge dronning* la jeune reine, *det store hus* la grande maison, *de unge dronninger* les jeunes reines, *de store huse* les grandes maisons.

1. *Sch* suivi d'une consonne, si fréquent en allemand, n'existe pas dans les langues scandinaves. Les Allemands ont remplacé l'*s impure* primitive par *sch* devant *l, m, n* et *w*; devant *p* et *t* ils ont, à la vérité, conservé l'*s*, mais presque partout en Allemagne on prononce *sp, st* initial comme *schp, scht.* — Le mot allemand *Schloss,* château, correspond au suédois *slott,* au danois *slot*; *Schmerz,* douleur, correspond à *smärta, smerte*; *Schnee* à *snö, snee*; *schwarz* à *svart* suédois. *Schr..* allemand correspond à *skr..* suédois et danois : *schreiben,* écrire = *skrifva* (s.), *skrive* (d.). — Suivi d'une voyelle *sch* allemand devient aussi *sk* : *Schiff,* allemand = *Skib,* dan. et *skepp,* suédois.

L'article islandais est *hinn* au masculin, *hin* au féminin, et *hitt* au neutre, mais il perd l'*h* quand il est employé en suffixe (*inn, in, it*), et après une voyelle il se réduit à *nn, n, t*. Au pluriel l'article suffixe est *nir* (m), *nar* (f) *in* ou *n* (n). Exemples : *risi* géant, *risinn* le géant, pl. *risar* géants, *risarnir* les géants ; *túnga* langue, *túngan* la langue, pl. *túngur* langues, *túngurnar* les langues ; *auga* œil, *augat* l'œil, *augu* yeux, *augun* les yeux.

4. Le pluriel des langues scandinaves se forme de diverses manières :

En islandais, où la déclinaison est fort compliquée, le pluriel des substantifs subit très souvent une modification dans la voyelle radicale[1], et il peut d'ailleurs :

1° Rester semblable au singulier (pour tous les mots *neutres* monosyllabes, et pour ceux terminés en *i* ou par une consonne : *tré* arbre, *ríki* empire, *land* pays, pl. *tré, ríki, lönd*);

2° Se terminer en *ar* (pour *tous* les mots *masculins* en *i : risi* géant, pl. *risar;* pour beaucoup de mots terminés en *r, l, n, s :* skógr[2] forêt, pl. *skógar;* et pour beaucoup de mots féminins : *drottning* reine, pl. drottníngar);

3° Se terminer en *ir* (pour beaucoup de mots terminés en *r, l, n, s : dalr*[2] vallée, pl. *dalir;* et pour beaucoup de mots féminins : *strönd* plage, pl. *ströndir*);

4° Se terminer en *ur* (pour *tous* les mots *féminins* en *a : túnga* langue, pl. *túngur*);

5° Se terminer en *r* (pour beaucoup de mots *féminins : brú* pont, *eik* chêne, *mörk* plaine boisée, pl. *brúr, eikr, merkr*) ;

6° Se terminer en *u* (pour *tous* les mots *neutres* en *a : auga* œil, pl. *augu* yeux).

En suédois, le pluriel des substantifs peut :

1° Être semblable au singulier (par exemple pour *tous* les mots *neutres* terminés par une consonne : *berg* montagne, *hus* maison, *vatten* eau) ou adoucir seulement la voyelle principale (pour les mots terminés au singulier en *er : fader* père, pl. *fäder*) ;

2° Se terminer en *n* (pour *tous* les mots *neutres* terminés par une voyelle : *hjerta* cœur, *rike* empire, pl. *hjertan, riken* — *öga* œil fait *ögon*) ;

3° Se terminer en *ar* (ajouté au singulier de beaucoup de mots masculins ou féminins : *ö* île, *bro* pont, pl. *öar, broar ;* ou en remplacement de l'*e* de *tous* les mots *masculins* terminés par cette lettre : *herre* monsieur, pl. *herrar*) ;

4° Se terminer en *er* — ou *r* après une voyelle autre que *i* (pour beaucoup de mots masculins, féminins ou neutres, notamment tous ceux terminés en *i : land* pays, *fiskeri* pêche, *fiende* ennemi, pl. *länder, fiskerier, fiender*) ;

5° Se terminer en *or* (pour les monosyllabes en *o : ko* vache, pl. *kor;* et en remplacement de l'*a* de *tous* les mots *féminins* terminés par cette lettre : *qvinna* femme, pl. *qvinnor*).

En danois, le pluriel des substantifs peut :

1° Être semblable au singulier (*faar* brebis, *kjær* marais), ou ne modifier que la voyelle principale (*mand* homme, *barn* enfant; pl. *mænd, börn*) ;

1. Modification ou adoucissement de voyelle que les Allemands appellent *Umlaut* et qui est propre à toutes les langues teutoniques.

2. A la fin des mots islandais *masculins,* on voit souvent une *r* qui n'est pas radicale et n'indique que la flexion du nominatif singulier; cette lettre disparaît alors dans les autres cas. Dans *Þór* (le dieu Thor) l'*r* est radicale ; elle ne l'est pas dans *skógr, dalr.*

2° Se terminer en *e,* avec ou sans adoucissement de voyelle (*hus* maison, *fader* père, *moder* mère, pl. *huse, fædre, mödre*);

3° Se terminer en *er* (pour *tous* les mots se terminant par une voyelle : *bro* pont, *by* ville, *træ* arbre, pl. *broer, byer, træer;* et pour beaucoup d'autres mots : *torden* tonnerre, *taa* orteil, *patriot* patriote, pl. *tordener, taaer, patrioter*)[1].

5. L'adjectif suédois et danois reste le même au masculin et au féminin ; au neutre on ajoute un *t : god* bon, bonne, n. *godt ;* en suédois on redouble ce *t* après une voyelle : *grå, gris, grise,* n. *grått.* Il y a pourtant des adjectifs qui restent invariables dans les trois genres. En islandais, l'adjectif masculin est caractérisé par une *r* finale, le neutre par un *t* (ou *tt* après une voyelle) : *blár, blá, blátt,* bleu.

L'adjectif scandinave a une autre forme dite *définie.* Quand le nom qu'accompagne l'adjectif est précédé de l'article défini (*den,* au pl. *de,* en suédois et danois), on ajoute à l'adjectif suédois un *a* ou un *e* au masculin, un *a* au féminin et l'on remplace le *t* du neutre par un *a;* en danois la terminaison en *e* sert pour les trois genres : *stor,* au n. *stort* = grand, en suédois et en danois, mais on dit *det stora hus* (s.) ou *det store hus* (d.) la grande maison. En islandais, l'adjectif défini prend un *i* au féminin, un *a* au neutre.

Le pluriel des adjectifs suédois et danois est, dans tous les cas, semblable au singulier *défini : stora hus* (s.), *store huse* (d.) de grandes maisons ; *de stora hus* (s.) ou *de store huse* (d.) les grandes maisons. En islandais, le pluriel des adjectifs indéfinis se termine en *ir* au masculin, en *ar* au féminin, et garde le *t* du singulier au neutre ; le pluriel défini se termine en *u* pour les trois genres.

6. L'écriture était connue dans le Nord longtemps avant l'introduction du christianisme. On se servait d'un alphabet spécial dont les caractères s'appelaient *runes* (*isl. rún* pl. *rúnar,* aujourd'hui *rúnir*). L'alphabet latin fut introduit en Scandinavie par les Germains et les Anglo-Saxons auxquels on emprunta les lettres þ (th) et đ (dh), et l'on ajouta *æ* et *ø* (encore employés en danois).

En Suède et en Danemark on avait adopté la forme dite *gothique* des lettres latines, encore en usage dans toute l'Allemagne. Aujourd'hui les Suédois y ont presque complètement renoncé, et leurs livres s'impriment avec les caractères latins généralement employés dans les langues européennes. Les Danois sont un peu en retard sur ce mouvement, mais ils tendent de plus en plus à renoncer aussi aux lettres gothiques.

L'alphabet *islandais* se compose aujourd'hui de 29 lettres dont

1. Les indications grammaticales des paragraphes 3 et 4 ont paru nécessaires pour permettre au lecteur de comprendre des formes telles que *öarne,* les îles, provenant de ö (île en suédois) par l'adjonction de la désinence *ar* du pluriel et de l'article suffixe *ne.*

8 voyelles, qui sont rangées dans l'ordre suivant : a, b, c, d, đ, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, x, y, z, þ, æ, ö. Quelquefois on ne compte pas comme lettre spéciale le *d barré* (đ) qui n'est *jamais initial*. Les voyelles a, e, i, o, u et y peuvent d'ailleurs être accentuées, ce qui indique tantôt une diphthongation, tantôt un simple allongement.

L'alphabet *suédois* comprend 28 lettres dont 9 voyelles : a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v (ou w en caractère gothique), x, y, z, å, ä, ö. Ces lettres, comme on le voit, sont rangées dans l'ordre ordinaire, sauf que les 3 voyelles å, ä, ö sont rejetées à la fin.

L'alphabet *danois* comprend également 28 lettres dont 9 voyelles : a, aa (ou å), b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, x, y, z, æ, ø (ou ö). — Les Danois doublent les voyelles *e, i, u* quand elles doivent être longues (*steen, miil, huus*), mais aujourd'hui on adopte généralement la réforme proposée par Rask qui bannit ces voyelles redoublées : on ne conserve que *aa,* que Rask voulait remplacer par å suédois (ayant la valeur de *o*) et qui peut d'ailleurs être bref ou long.

Les diphthongues sont très rares en suédois et en danois et ne se rencontrent que dans quelques mots d'origine étrangère.

Le tableau suivant fait connaître la prononciation des lettres scandinaves qui n'ont pas exactement la même valeur qu'en français.

LETTRES scandinaves.	LEUR VALEUR en islandais.	en suédois.	en danois.
á *isl.*	ô légèrement diphthongué (comme l'anglais ow).	»	»
aa *dan.*	»	»	ô (comme å *suéd.*)
au *isl.*	Comme äu, eu allemands (presque eu-i).	»	»
c	(A peu près inusité).	k devant a, o, u, r; s dure devant e, i et y (mots étrangers).	Comme en suédois.
ch	»	k dans les mots d'origine hébraïque ou grecque ; ch dans quelques mots pris au français.	Comme en suédois.
ck *suéd.*	»	k	»
d	Comme en français.	Comme en français, mais presque muet dans *dj* initial.	*initial,* comme d français ; *final,* comme đ islandais; muet dans *ld* et *nd* (ou assimilé à l et n) : vold, *pron.* voll.

LETTRES scandinaves.	LEUR VALEUR en islandais.	en suédois.	en danois.
đ *isl.*	th anglais doux (δ grec); n'est jamais initial.	» (Cette articulation n'existe pas).	» (Articulation représentée par *d final.*)
e	è (ouvert); yé après g et k : gera *pron.* guiéra.	Ouvert, fermé, ou sourd (dans les désinences), à peu près comme en allemand.	Comme en suédois, mais souvent muet et simple signe d'allongement après une voyelle finale (...ae,...aae,..oe).
é *isl.*	yé.	»	»
f	1° Comme f français; 2° Souvent adouci en v au milieu et à la fin des mots, surtout après une voyelle (af, hafa, gröf); 3° Comme bb devant l, n, đ et t à la fin d'une syllabe (nafn *pron.* nabbn); 4° fn suivi de d se prononce mn (nefndi *pron.* nemndi).	1° *initial,* comme f français; 2° Adouci en v à la fin des syllabes.	Comme f français.
fv *suéd.*	»	Comme v (f muette).	»
g	1° Dur (g franç. devant a, o, u) quand il est *initial* devant une voyelle forte (a, o, u, ö) ou une consonne (garđr, gráta), et quand il est *final* surtout après une consonne (borg) ou redoublé (egg); 2° Doux comme le g allemand de *täglich,* quand il est final après une voyelle (dag, veg) ou entre deux voyelles dont la dernière est forte (lega); 3° Dur mouillé, devant une voyelle douce (e, i, y, æ) : gefa, *pron.* guiéfa; 4° Comme j (*isl.*) après une voyelle et suivi d'une voy. douce : bogi, *pron.* bo-yi; 5° Muet entre deux consonnes : morgna, *pron.* morna.	1° Dur (comme en français) devant a, o, u, å et les consonnes, ainsi qu'à la fin des syllabes; 2° Comme j suéd. (y initial anglais) devant e, i, y, ä, ö, dans lg, rg final et la terminaison ögd (de öga, œil), mais non devant e de l'article suffixe: dagen, *pron.* dag-enn' (et non da-yenn'); 3° Dans la terminaison igt, g a la valeur de k.	1° Généralement dur; 2° Comme g hollandais (ou g allemand de täglich): *rög,* fumée, *sig,* soi; 3° Souvent adouci en j danois, surtout devant n : (jèg, moi, egn, contrée, regn, pluie, *pron.* yèï, èïn, rèïn).
gj	g dur mouillé.	Comme j suéd. (g muet).	dur mouillé.

LETTRES scandinaves.	LEUR VALEUR en islandais.	en suédois.	en danois.
gn	Comme en latin (g dur suivi de n); mais suivi de d ou t, on le prononce ng ou ng-n (ng ayant la valeur nasale de ng allemand ou anglais) : lygndi *pron.* ling-di ou lingndi.	Comme en latin (g dur + n); après une voyelle brève, comme s'il y avait ng-n (avec la valeur allemande ou anglaise de ng) : lugn silence, *pron.* lungn.	Voy. ci-dess. g—3°.
h	1° Aspirée, même dans hj, hl, hn, hr, hv; 2° Muette, dans l'article hinn, hin, hit, et le pronom hann, hun après un autre mot.	Généralement aspirée; Muette dans hj, hv.	Comme en suédois. Dans le dialecte jutlandais, l'h s'entend même dans hj et hv.
í *isl.*	í (long).	»	»
j	j allemand (demi-voyelle) c'est-à-dire y initial anglais (y français de yacht, yucca, Bayonne).	Comme en islandais (j allemand).	Comme en islandais (j allemand).
k	1° k; 2° k mouillé devant les voyelles douces (e, i, y, æ).	1° k devant a, o, u, å et les consonnes, ainsi que devant e, i, quand ils ne sont pas radicaux; 2° A peu près t mouillé (*ti* de métier) ou mieux t suivi de ch allemand de *ich,* devant y, ä, ö et devant e, i dans la syllabe radicale. Excepté kiss, chat, *pron.* kiss.	Toujours k.
kj	k mouillé.	A peu près tch (ch anglais); quelquefois comme tj suédois : kjortel, *pron.* tiortel.	k mouillé.
l	Généralement comme en français; *ll* après une voyelle se prononce ddl (gull, *pron.* guddl), mais non plus quand *ll* est suivi de *d, t* ou *s* (allt, *pron.* alt).	Comme en français, mais muette devant j et dans le mot verld, monde.	Comme en français.
n	Comme en français; mais *nn* après une diphthongue se prononce *dn* (steinn, *pron.* steidn).	Comme en français.	Comme en français.
ng	nasal comme en allemand et en anglais.	ng allemand ou anglais.	ng allemand ou anglais.
o	o ouvert ou fermé.	o ouvert, ou fermé (très sourd, presque *ou*).	o ouvert ou fermé.

LETTRES scandinaves.	LEUR VALEUR en islandais.	en suédois.	en danois.
ó *isl.*	ô long et grave.	»	»
ph	»	» (Remplacé par f dans les mots venant du grec : filosofi).	f (dans les mots venant du grec, mais aujourd'hui on remplace généralement ce ph par f comme en suédois).
r	Comme en français; mais rl se prononce dl ou rdl, et rn se prononce dn ou rdn.	Comme en français.	Comme en français, mais souvent aussi plus gutturale (se rapprochant de l'r anglaise).
s	Comme en français, mais ne s'adoucissant jamais en z.	Comme s (toujours dure).	Comme s (toujours dure).
sk	Comme en français.	1° Comme en français, devant *a, o, u, å, r* et à la fin des mots (excepté dans menniska, marskalk skarlatan où *sk* = *ch* franç.); de même dans les mots polysyllabes terminés en *el, en, er, es, et* brefs et devant e final (excepté dans kanske, peut-être, où sk = ch franç.); 2° Comme *ch* français, devant i, y, ä, ö, j, et devant e non final.	Comme en français.
sj	»	ch français.	ch mouillé.
stj	»	ch français.	cht mouillé.
t	Comme *t* français.	Comme t français. — Dans la terminaison *tion*, ti se prononce *tch* après une voy. (nation, *pron.* natchonn'), et *ch* après une consonne.	Comme t français. La terminaison *tion* se prononce tsiôn' (comme en allemand).
th	»	Ne se rencontre que dans *thron* (trône), *Thor* (le dieu du tonnerre) et leurs composés où il se prononce t. Le th des mots grecs est remplacé par t = *teologi*.	t (dans les mots venant du grec : *theater, theori*, ou du vieux norse *thing*, assemblée populaire, *Thor*, le dieu Thor).
tj	»	A peu près comme si les deux lettres étaient françaises.	»

LETTRES scandinaves.	LEUR VALEUR en islandais.	en suédois.	en danois.
u	*eu* français de *feu*.	*ou* français, ou son intermédiaire entre *u* et *ou*.	*ou* français.
ú *isl.*	*ou* français.	»	»
(w)	»	Remplace *v* quand on imprime en caractères gothiques, ce qui devient de plus en plus rare en Suède.	» (Ne se rencontre que dans des noms étrangers, allemands ou anglais.)
y	i	u français (ü allemand).	Comme en suédois.
ý *isl.*	î long.	»	»
z	Aujourd'hui à peu près inusité; jamais initial.	Ne se rencontre que dans des mots étrangers et se prononce comme s dure.	ts ou ds, rarement s (mots étrangers, surtout allemands).
þ *isl.*	th anglais dur (θ grec); ne se trouve qu'au commencement des syllabes.	» (Cette articulation n'existe pas.)	» (Cette articulation n'existe pas.)
å *suéd.*	»	ô ouvert (au français).	(Employé par quelques Danois, sur la proposition du professeur Rask, au lieu de *aa*.)
æ	aï (ei allemand).	» (Remplacé par ä).	è (ä allemand ou suédois).
ä *suéd.*	»	è (ä allemand).	» (Remplacé par æ).
ö	*eu* français *ouvert* (comme dans *peur*).	ö allemand, ouvert ou fermé, c'est-à-dire *eu* français ouvert de *peur* ou fermé de *peu*.	Employé quelquefois pour ø, notamment dans des cartes ou des plans gravés [1]. *Nota.* — Le professeur Rask voulait conserver ø pour le son *eu fermé*, et adopter *ö* pour *eu ouvert*, mais cela n'a pas été adopté. Les Danois emploient généralement ø sans distinguer les deux sons.
ø *dan.* [1]	»	»	ö all[d]. et suéd. (*eu* ouvert ou fermé).

1. Dans le présent vocabulaire, pour éviter une difficulté typographique inutile, j'ai employé ö pour ø dans les mots danois.

ABRÉVIATIONS.

adj. signifie adjectif.
adv. — adverbe.
aff[t] — affluent.
all[d] — allemand.
c. — genre commun. Le masculin et le féminin ne se distinguant *en danois* ni par l'article ni par l'adjectif, les grammairiens danois appellent *genre commun* celui de tous les mots qui prennent l'article *en* (à l'exception de ceux qui désignent un être vivant de sexe bien déterminé), et *genre neutre* celui des mots qui prennent l'article *et* (*voy.* Introduction, § 3).
Cp. — comparez.
(D.) — Danemark (Danmark).
d. — danois.
E. — Est. — E.-S.-E. = Est-Sud-Est.
f. — féminin.
(F.) — Finlande, province russe. Ayant longtemps appartenu à la Suède, la plupart des noms de lieu de la côte sont suédois.
fj. — fjord, fiord.
fl. — fleuve.
gén. — génitif.
(I.) ou Isl. — Islande.
i. — islandais.
(J.) ou Jutl. — Jutland (Jylland), partie du royaume de Danemark.
litt. — littéralement, au sens propre.
m. — masculin.
m[e], m[t] — montagne, mont.
N. — Nord. — N.-E. = Nord-Est; N.-O. = Nord-Ouest.
(N.). — Norvège (Norge). Unie à la Suède; mais la langue officielle de la Norvège est le danois.
n. — neutre.
norv. — provincialisme norvégien, n'appartenant pas à la langue officielle danoise.
n. pr. — nom propre.
n. d. l. — nom de lieu.
O. — Ouest. — O.-N.-O. = Ouest-Nord-Ouest.
pl. — pluriel. — pl. d. = pluriel danois; pl. i. = pluriel islandais; pl. s. = pluriel suédois.
(pl. —) — pluriel semblable au singulier. — En suédois, les pl. des mots féminins en *a* remplacent cet *a* par *or* : dans Bana (pl. — nor), il faut lire pl. *banor* (et non *bananor*).
prép. — préposition.
riv. ou r. — rivière, ruisseau.
S. — Sud. — S.-E. = Sud-Est; S.-O. = Sud-Ouest.
(S.) — Suède (Sverige).
sing. — singulier.
(Sl.) — Slesvig.
s. — suédois.
sc. — scandinave, c'est-à-dire à la fois danois, suédois et islandais.
v. — ville ou village. — vill. = village.
Voy. — Voyez.

VOCABULAIRE SCANDINAVE-FRANÇAIS DES PRINCIPAUX TERMES DE GÉOGRAPHIE ET DES MOTS QUI ENTRENT LE PLUS FRÉQUEMMENT DANS LA COMPOSITION DES NOMS DE LIEU.

Remarques essentielles. — 1° Voir pour l'emploi de l'article *suffixe,* l'Introduction § 3.

2° Dans les mots danois, on a partout remplacé la lettre *ø* par *ö,* ce que les Danois font souvent eux-mêmes. (Voy. ci-dessus, à la fin de l'Introduction.)

3° Suivant l'usage scandinave, les lettres *å* (*s.*), *æ* (*d.* et *i.*) ou *ä* (*s.*), et *ö* (*sc.*) sont rejetées à la fin de l'alphabet après z. Il faut donc chercher, *par exemple,* les mots håll, häll, hö *après* hy...

4° Dans les mots danois, on a mis entre parenthèses l'une des voyelles *e, i, u* quand elles sont redoublées pour indiquer leur allongement. La nouvelle orthographe danoise bannit ces voyelles redoublées. On a également mis entre parenthèses l'*r* finale des mots islandais quand elle n'est pas radicale et indique seulement la flexion du nominatif masculin (voy. Introduction, § 4, note 2 au bas de la page 847).

A

Aa (danois) se prononce ô ; á (islandais) se prononce ô légèrement diphthongué (comme l'anglais *ow*).

Á, f. *i.* (Cp. *aa, å*) cours d'eau, rivière. En composition ár : Ár-bakki, — eyrar, — strönd rives de rivière ; — fors, chute d'eau, cascade ; — oss, embouchure de rivière ; — vađ, gué. || Brúará (*riv. aux ponts*) ; Djúpá (*riv. profonde*) riv. d'Isl ; Jökulsá (*r. du glacier*), n. de 2 riv. d'Isl. ; Hvítá (*riv. blanche*) n. d'une des plus grandes riv. d'Isl., ainsi que de plusieurs autres descendant des glaciers ; Laxá (*riv. des saumons*) n. de plusieurs riv. d'Isl., notamment de la décharge du lac Mývatn ; Norđrá (*riv. du N.*), Rangá, Thjorsá (Þjórsá) (*riv. du taureau*), Varmá (*riv. chaude*), rivières d'Islande.

Aa (pl. — er), c. *d.* (Cp. *á* et *å*) petit cours d'eau, ruisseau. — Aa-bred, rive ; — brink, berge ; — gab, embouchure ; — gang, — leje, lit de ruisseau. || Konge Aa (*riv. du roi*) r. formant en partie la limite entre le Slesvig et le Jutland (D.) ; Aakirkeby, n. de l. dans l'île de Bornholm (D.) ; Stor-Aadal, v. (N.).

Aafar, n. *norv.* lit d'un cours d'eau.

Aas (pl. — er) c. *d.* (Cp. *ås*), croupe, faîte de montagne. — Jydske Aas, ligne de collines traversant le Jutl. (D.). || Grodaas, Röraas, Singsaas (N.).

Ađal, n. *i.* origine. En composit. *principal.* — Ađalból, *n.* manoir, ferme habitée par son maître. || Ađalstræti, une des deux rues de Reykjavik (I.) ; Ađalreykjadalr, vallée remplie de sources thermales (I.) (Cp. *reykr*).

Adel, m. *s. d.* noblesse. — Adelsgods, *s. d.* terre noble. || Adelfors, mine d'or abandonnée (S.) ; Adelshus(et), palais de Stockholm (S.) ; Adelsnäs, château de la seule baronnie territoriale existant encore en Suède ; Adelsö (S.).

Affaldsdynge (pl. — r), *d.* (litt. *tas de débris*) amas de coquilles (Cp. *Kjökkenmödding*).

Afvelsgård (pl. — ar) *s.* et Avlsgaard (pl. — e) *d.* métairie, ferme.

Ager (pl. Agre) c. *d.* et Akr (pl. akrar) *i.* champ, champ cultivé. — Agerland, *d.,* Akrland, *i.* terre labourable (Cp. *åker*). || Agersvold (D.) ; Akersdal, vallée (N.) ; Akershu(u)s, forteresse désarmée près de Kristiania (N.), aussi région très cultivée autour de Kristiania ; Akerselven, affluent du fjord de Kristiania ; Bjerkager, Lysaker, Ringsaker (N.) ; Akrar, Akrahverar, Akreyri (I.) ; Baadsager, Broager (Sl.), Hodsager (J.), Sandager (Sl.).

Al et Ahl, c. *d.* terrain dur s'étendant sous les couches supérieures des landes du Jutl., sous-sol saturé du tannin des bruyères et souvent mêlé d'oxyde de fer (analogue à l'*aliòs* des landes françaises).

Al (n. alt), adj. *d;* all (n. allt) *s;* allr, öll, allt, *i.,* tout. — En composit. : *Almanna, i.* = de tous hommes, ou général : almannavegr, *i.* grande route. || Almannagjá (voy. gjá) ; (Cp. *Althing*).

Alfarvej (pl. — e), *d.* chemin public, route (Cp. *farvej*).

Alm (pl. — ar) f. et almträd, n. *s;* Alm, Almetræ, ou Ælm, Ælmetræ, d., orme. — Almlund, *s.* ormaie, ormille. || Almby, Almnäs, Almvik, n. de l. (S.).

Alminding, c. *d.* et almenning, *norv.* communaux. || Almenningen, grandes places, espaces libres destinés à arrêter les progrès des incendies dans l'intérieur de Bergen (N.), notamment Holbergs-almenning, Torv-almenning (le marché aux poissons).

Althing (Alþing) *i.* Parlement national de l'Isl. composé de deux chambres siégeant à Reykjavik. — Aussi nom d'un bloc de lave dans la vallée de Thingvalla où siégeait autrefois l'assemblée des législateurs.

Amt (pl. — er), n. *d.* Grande subdivision territoriale, préfecture. Le Danemark est subdivisé en 18 *amter* (préfectures) comprenant 136 *herreder* (cantons). — La Norvège est subdivisée en 20 *amter* comprenant 58 *fogderier* (bailliages) qui se subdivisent encore en petits districts (*thinglag*).

Anhaltstation, f. *s* station de simple arrêt sur une ligne de chemin de fer.

..... angr, anger, terminaison venant de l'ancien isl. *vangr,* champ, jardin. || Hardangerfjord, Maurangerfjord, Porsangerfjord, Varangerfjord, fjords (N.) ; Evanger, Levanger, Kaupanger, Stavanger, v. (N.).

Ankar, n. *s.* et Anker, n. *d.* Ancre. — Ankar-botten, — grund, — plats, *s.* et Anker-bund, — grund, *d.* mouillage.

Arbetare, m. *s.* travailleur, ouvrier. — Arbetarebostad, habitation d'ouvrier, au pl. Arbetarebostäderna (les habitations d'ouvriers), cité ouvrière.

Artillerityghus, n. *s.* et Artilleritöjhu(u)s, d. arsenal d'artillerie.

Ask, f. et askträd, n. *s.;* Ask, c. et asketræ, n. *d.* ; ask(r), *i.* frêne. — Askelund, *d.* frênaie, bois de frênes. || Askersund (S.)

Aur, *i. norv.* gravier (Cp, *ör*). || Aurland (N.) ; Aursjö, Aursund, lacs de Norvège.

Auster, Austur, m. *i.* Est, Orient. En composit. oriental. (Cp. *öst*). || Austur-Umdæmi (*province orientale*), voy. *Umdœmi;* Austurvöllr (*square de l'Est*) n. de la place publique de Reykjavik, la capitale de l'Islande.

Avlsbygninger (pl.) *d.* bâtiments d'exploitation.

Avlsgaard, *d.* Voy. afvelsgård.

B

Baad, c. *d.* bateau, canot (Cp. båt). — Baade-byggeri, — byggerværft, chantier de construction de bateaux. || Baadsenden, bras du lac Miösen (N.), Baadsfjord, v. (N.) ; Baads Vand, lac (N.).

Baae, c. *norv.* écueil, roche sous-marine.

Backe (pl. backar), m. *s.* colline, monticule ; montée (Cp. *bakke*). — Backsluttning, f. *s.* pente, penchant de colline. — Backstuga, f. *s.* cabane isolée (sur une colline). || Mosebacke, colline d'où l'on domine Stockholm ; Hasselbacke, dans le parc de Stockholm. — Terminaison fréquente dans les n. de l. en Suède : Backa, Backasand, Fjellbacka, Kungsbacka, Mölnbacka, Prestebacke, Smedjebacken, Stallbacka, Vassbacken.

Backig, Backländig, adj. *s.* montueux, mamelonné (Cp. *bakkefuld,* au mot Bakke).

Bad, n. *d. s.* bain. — Badhus, *s.* maison de bains. — Bade-anstalt, *d.* établissement de bains; — sted, *d.* endroit pour se baigner, station balnéaire, ville d'eaux. — Bad-inrättning, *s.* établissement de bains; — ort, *s.* station balnéaire, ville de bains. || Augustenbad, établissement hydrothérapique (S.).

Bæ... Voy. après By.. et Bå...

Bagge, m. *s.* bélier. || Baggens-fjärd(en), baie (S.); Baggensstäcket, détroit (S.); Baggetorp, Baggå, n. de l. (S.).

Baj, n. *d.* baie, anse.

Bakke, (pl. — r) *d.* colline (Cp. *backe*). — Bakkedrag, chaîne de collines. — Bakkefuld, bakkerig, bakket, montueux, mamelonné (Cp. *backig*). || Bakke, Bakken, Kræmmerbakken (N.).

Bakki, *i.* colline, banc; aussi bord de rivière, rive. || Prestbakki, Staðurbakki (I.).

Bana (pl. — nor), f. *s.,* bane (pl. — r) c. *d.* voie, ligne de chemin de fer; carrière (Cp. *bibana, jernbana, sidobana*). — Banegaard, *d.,* bangård et banhall, *s.* gare de chemin de fer. — Banevagterhu(u)s, *d.* et banvaktarstuga, *s.* maison ou guérite de garde-voie.

Bank (pl. — ar), *s.* banke (pl. — r) *d.* butte, tertre, banc de sable. || Banknæs, pointe de terre (N.); Skammlingsbanke, massif de montagnes au-dessus du petit Belt (D.).

Bar, n. *d.* Barr, n. *s.* aiguille, feuille aciculaire d'un arbre résineux. — Barskov, *d.* barrskog, *s.* forêt d'arbres conifères (pins, sapins...) (Cp. *löfskog*). — Bartræ, *d.,* barrträd, *s.* arbre à feuilles aciculaires, conifère.

Barn, n. *sc.* (pl. *s.* barn; pl. *d.* et *i.* börn), enfant. — Barn-bördshus, *s.* maison d'accouchement, hôpital de la maternité; — hem, hus, *s.* maison d'orphelins, orphelinat; — krubba, *s.* salle d'asile, crèche; — sjukhus, *s.* hôpital d'enfants. — Börne-asyl, *d.* salle d'asile; — have, *d.* école enfantine (d'après la méthode Froebel); — hjem, *d.* salle d'asile, crèche; — huset, *d.* maison de correction à Copenhague (non un orphelinat); — skole, *d.* école d'enfants.

Basalt, m. *s.,* c. *d.* basalte. — Basalt-klippa, *s.* roche basaltique; — pelare, *s.* pilier basaltique; — stötte, *d.* colonne de basalte.

Bedehu(u)s (pl. — huse), n. *d.* oratoire, chapelle.

Begrafningsplats, *s.* lieu de sépulture, cimetière.

Bejte, *norv.* pâturage, pacage.

Belti, n. *i,* bælte, n. *d.* et bälte, n. *s.* ceinture. — D'où le n. des deux détroits danois *grand Belt* et *petit Belt* (dans les poésies islandaises la mer est appelée *ceinture* de la terre et des îles) [1]. || Bälteberga, n. d'un domaine (S.).

Berg (pl. —), n. *s.* montagne, mont (Cp. *bjerg*). — Berg a le même sens en norvégien, mais en Islande, ce mot signifie seulement roc isolé, rocher (m^e se dit *fjall*). Berg-fästning, forteresse de montagne; — häll, banc de roche; — kittel, vallée encaissée; — klint, rocher escarpé; — land, pays de m^es; — pass, défilé, col de m^e; — spets, cime de m^e, piton, pic; — sluttning, versant de m^e; — sträcka, chaîne de m^es; — verk, minière, mine, usine, carrière; — vägg, rocher escarpé en muraille; — ås, chaîne de m^es (Cp. *ås*). — Bergs-bruk, exploitation de mines; — bygd, montagnes; — flod, torrent de m^e; — håla, antre, caverne de m^e; — kam, crête de m^e; — kedja, chaîne de m^e; — klippa, rocher, roc; — klyfta, crevasse de m^e; — kulle, petite montagne, monticule; — rygg, chaîne de m^es; — skola, école des mines (à Stockholm); — skrefva, fente de m^e, crevasse; — slott, château situé sur une m^e: — stad, ville mi-

1. Belti, en islandais, indique aussi la mer Baltique, mais le nom de cette mer vient du lithuanien *baltas*, qui signifie *blanc*.

nière; — talp, flanc escarpé de m^e; — topp, sommet de m^e; — trakt, contrée montagneuse; — udde, promontoire. || Drottningsberg (*m^t de la Reine*), m^t (F.); Tuberg, colline de minerai de fer (S.); Lögberg (*roc de la loi*), éminence où se réunissait autrefois l'Althing (assemblée des Législateurs), dans la vallée de Thingvalla (I.). — Bergen, Berghem (S.); Berge, ferme, et Bergen, v. (N.) avec l'ancienne citadelle de Bergenhu(u)s. — La terminaison *berg* est extrêmement fréquente, surtout en Suède : Adolfsberg, établissement thermal; Anneberg, Billeberga, Borensberg, Brunsberg, Charlottenberg, Dalkarlsberg, Falkenberg, châteaux de Fredsberg et de Karlberg, Gripenberg, Kristineberg, mines de Norberg et de Persberg, Sabbatsberg, station thermale, etc. — En Norvège, le fort de Frederiksberg, Kongsberg, Sorteberg, Söberg, Tönsberg, etc.

Bete (pl. — n), n. *s.* pâturage. — Beteshage, pâturage clôturé, parc. — Betesmark, terre de pâture, pâturage.

Bibana, f. *s.* embranchement ou ligne secondaire de chemin de fer; chemin de fer vicinal (Cp. *bana*).

Bielf, c. *d.* et Biflod, c. *d.*, f. *s.* affluent.

Birk (pl. — e), c. *d.* et Birktræ, bouleau (Cp. *björk*). — Birkelund, Birkeskov, bois de bouleaux. || Birkeröd (D.).

Birk (pl — er), n. *d.* district d'un juge de paix.

Biskop, *d. s.* Biskup, *i.* aussi Bisp, *d. s.* Évêque. — Biskopsdöme, biskopsstift, *s.* et bispedömme, *d.* évêché (juridiction), diocèse. — Biskopsgård, biskopshus, *s.*, bispegaard, *d.*, biskupsgarðr, *i.* évêché, palais épiscopal. — Biskopssäte, *s.* siège épiscopal, résidence d'évêque. || Biskops-stäket, domaine (S.); Biskopsudden, pointe de terre près de Stockholm (S.); Bispberg (S.).

Bivej (pl. — e), c. *d.* Biväg (pl. — ar) m. *s.* chemin de traverse, chemin vicinal.

Bjarg, n. *i.* rocher. Au pl. björg, précipices.

Bjerg (pl. — e), n. *d.* montagne, mont (Cp. *berg*). — Bjerg-aas, crête, dos de montagne; — brink, versant de m^e; — by, ville de m^e; — dal, haute vallée, vallée de m^es, ravin; — egn, contrée montagneuse; — elv, torrent de m^e; — flade, plateau; — flod, torrent de m^e; — fod, pied de m^e; — fos, chute d'eau, cascade; — fæstning, forteresse de m^e; — hule, grotte, caverne de m^e; — kam, crête de m^e; — kjæde (pl. — r), chaîne de m^es; — klint, falaise; — kloft, précipice, gouffre; — land, pays de m^es; — lide, flanc de m^e; — ryg, faîte, dos de m^e; — slette, plateau; — slot, château, fort de m^e; — snæring, défilé; — spids, pic, piton, pointe de m^e; — stad, ville de m^e; — sti, sentier de m^e; — ström, torrent de m^e; — sö, lac de m^e; — tinde et — top, pic, piton; — vej, chemin de m^e; — værk, mine. || Bulbjerg, colline du Jutland (D.); Himmelsbjerg (*m^t du ciel*) m^t du Jutland. Se rencontre comme terminaison dans les n. de l. danois et quelquefois en Norvège : Skellebjerg, St Jörgensbjerg, Sandbjerg, Tranebjerg (D.), etc.; Austbjerg (N.).

Björk, f. *s. i* et björkträd, s. bouleau (Cp. *birk*). — Björklund, *s.* bosquet de bouleaux; Björkskog, *s.* bois de bouleaux. || Björke (S.); Björkeflaaten (N.); Björkfjärd, baie des bouleaux (S.); Björkfors, Björknäs, Björksund (S.); Björkö (F.); Björkö (*île des bouleaux*), île du lac Mälar (S.).

Björn, m. *sc.* ours. || Björneborg (S.); Björnebösket, cascade (N.); Björnedal, vallée (N.); Björnefjord, baie (N.); Björnegaard (N.); Björnhyttan et Björnlunda (S.); Björneraa (N.); Björnstorp, Björnsvik et Björnö, domaines de Suède.

Blaa, adj. *d.* blå, *s;* en isl. blár, f. blá, n. blátt, bleu foncé, bleu. || Blaaflaten (N.); Blaavands-huk, éperon S.-O. du Jutland (D.); Bláfjall (*m^e bleue*), m^t d'Islande; Blå Jungfrun, sommet d'un écueil escarpé (S.).

Blind, adj. *d. s.* aveugle. — Blindklippa (pl. — por) et Blindskär (pl. —) *s.* écueil caché sous les eaux ou à fleur d'eau, brisant.

Blockhus (pl. —), n. *s.* et Blokhu(u)s (pl. — huse), n. *d.* maison faite de troncs d'arbres superposés; blockhaus (fortin en bois).

Blå, voy. blaa.

Bo, c. *d.* demeure. En composition bo, *s.* et boe, *d.* signifie habitant : Landbo, habitant de la campagne, Nordbo, habitant du Nord. — Bostad, *s.* résidence. — Boställe, *s.* résidence, habitation affectée à un fonctionnaire. || Fréquent dans les n. de l. *En Suède :* Bofors, Ruines du château de Bohus, Bohult, Bommarsbo, Falsterbo, Munkbo, etc. — *En Danemark :* Kirkeboe, Marieboe, Prodeboe, Qualboe, etc. [1]. — *En Norvège :* Brattebo, Ringebo, Sæbo, lac et fjord de Sælbo (Cp. *bö*).

Bod, c. *d.* et f. *s.* boutique, magasin. En Danemark aussi cabane, hutte.

Boe, *d.* Voy. bo.

Boe, *norv.* Voy. baae.

Bok (pl. — ar), f. et bokträd, n. *s.* (bók en isl.), hêtre (Cp. *bög*). — Boklund, bois, bosquet de hêtres. — Bokskog, forêt de hêtres.

Ból, n. *i.* séjour, demeure, ferme. En Norvège, ce mot signifie une étendue de terre d'une charrue ou environ trente acres, et aussi une petite ferme. — De là vient la terminaison *böl* (voy. ce mot) si fréquente en Danemark et dans le Slesvig, ainsi que la terminaison suédoise *bol* ou *bole :* Bjakebol, Norra et Södra Håkanbol, Ottebol, Skäggebol, Vermbol, etc., (S.) — Domarbole, Jusbole, Kuggebole, Lapsbole, Varsbole, etc., dans les îles d'Åland (à la Russie); Kirkjuból (I.).

Bolværk, n. *d.* et Bålverk, n. *s.* boulevard, rempart, bastion; digue, môle.

Bom (pl. — mar), m. *s.* et bom (pl. — me) c. *d.* barrière. || Bomarsund (*détroit barré*), forteresse des îles d'Åland (Russie); Bommarsbo (S.).

Bonde (pl. bönder), *d. s.*, bondi (pl. bændr) *i.* paysan, campagnard. En Norvège, aussi propriétaire rural. — Bondby, *d. s.* hameau (village sans église). — Bondegaard, *d.*, bondgård, s. maison de paysan, ferme, métairie. — Bondehemman, s. (*terre de paysan*), ferme, métairie. — Bondehu(u)s, Bondehytte, *d.* chaumière. — Bondkoja, *s.* chaumière. || Bondby (S.); Bondesund, détroit formé par une île du Hardanger fjord (N.); Bondhus (N.).

Borg, m. ou f. *sc.* (pl. *d.* — e; pl. *s.* — ar; pl. *i.* — ir) château fort. En vieux norse, colline en forme de dôme, ce qui explique la terminaison *borg* si fréquente en Scandinavie. || 1° *En Danemark :* les châteaux de Amalienborg, résidence du roi à Copenhague, Christiansborg, palais du parlement à Copenhague, Fredensborg, Frederiksborg, renfermant l'École militaire, Kroneborg, à Helsingör (Elseneur) à l'entrée du Sund, Rosenborg, château royal à Copenhague — et nombreux n. de l. : Aalborg, Kallundborg, Klampenborg, station balnéaire, Nyborg, port fortifié sur le grand Belt, Öreborg, Viborg (dans le Jutland). — Augustenborg, Flensborg, Lyksborg (Glücksburg des Allemands), Philipsborg, dans le Slesvig, Nordborg et Sönderborg dans l'île d'Alsen (Sl.), etc. — Holstenborg, colonie danoise dans le Grönland. — 2° *En Norvège :* Store Borgefjeld, plateau portant un grand névé; Oskarsborg, forteresse dans le Kristiania fjord, Sarpsborg, etc. — 3° *En Suède :* Björneborg, Borgholm, dans l'île d'Öland, Borgstena, Borgvik, Gefleborg, Grundsborg, station thermale, Göteborg, Helsingborg à l'entrée du Sund, Karlsborg sur le lac Vettern, Oskar-Fredriksborg, fort défendant la passe de Stockholm, Sölvesborg, Trelleborg, Venersborg sur le lac Venern, etc. —

1. De *boe* vient probablement la terminaison *beuf* dans les n. de l. de la Normandie : Criquebeuf, Quillebeuf, Lindebeuf, Vibeuf, etc.

et *en Finlande* (à la Russie) : Borgå, port, Björneborg, Sveaborg, forteresse assise sur plusieurs îlots, Tavasteborg, Uleåborg, Viborg, etc. — 4° *En Islande :* Borg.

Botten (pl. bottnar), m. *s.* botn, m. *i*, fond, sol (Cp. *bund*). — Bottenis, *s.* glace de fond, glaçons charriés. — Bottenlös, adj. *s.* sans fond, profond. || Botten (N.) ; Norrbotten (Bothnie septentrionale) et Vesterbotten (Bothnie occidentale), subdivisions du Norrland ou Suède septentrionale ; Kolbotten, Vassbotten, lac (S.).

Brak, adj. *d.* — Brakvand, eau saumâtre. — Brak-ager, — mark, friche, jachère ; — land, terre en friche.

Brand, *d. s.* brand(r), *i.* combustion, embrasement, incendie. — Brandstation, *s. d.* poste de pompiers. — Brandpletter, pl. *d.* (*taches de brûlures*), foyers préhistoriques. On appelle ainsi des trous remplis de charbons, de cendres et d'ossements humains mêlés à des restes d'armes et d'instruments de fer ou de bronze tordus par le feu. Le cimetière de Kannikegaard près de Nexö dans l'île danoise de Bornholm renferme un très grand nombre de ces tombeaux. — (Cp. *Surtarbrandur.*) || Brandvold (N.).

Bred (pl. — der), c. *d ;* brädd (pl. — ar) f. *s.* bord, rive, rivage. — Havbred, *d.* rivage de la mer, plage.

Bred, adj. *d. s.* breiðr, breiða, breitt, *i.* large. — Brede, bredde, *d.*, bredd, *s.* largeur, latitude. — Bredgrad, *d.*, breddgrad, *s.* degré de latitude. || Bredgade (*rue large*) n. d'une rue de Copenhague ; Bredheimsvand, lac (N.). — Breiðabólstaðr (*maison largement construite*), bær d'Isl., Breiðifjörðr (*large baie*), fjord d'Isl., Herdubreið, m^e^ d'Isl. ; Skjaldbreið Jökull (*glacier du large bouclier*), glacier d'Isl.

Bro (pl. — er), c. *d ;* (pl. — ar) f. *s.*, brú (pl. brúar et brúr) f. *i*, pont, viaduc. — Brobänk, s. jetée, quai, môle ; — hoved, *d.*, — hufvud, *s.*, et — skans, *s.*, — skanse, *d.*, tête de pont (ouvrage de fortification) ; — tull, *s.* bureau de péage à l'entrée d'un pont. || 1° *Ponts :* Norrbro (*pont du N.*), le plus beau pont de Stockholm, à la jonction du lac Mälar avec la Baltique, Vasabron (*le pont de Vasa*), réunissant la *Cité* de Stockholm au faubourg Norrmalm, Lange bro (*long pont*) pont de Copenhague, Skeppsbron (*le pont* ou plutôt *le quai des bateaux*) et Munkbron (*le quai des moines*), deux quais de la Cité de Stockholm, etc. — 2° *Noms de lieu :* Augedalsbro (N.) ; Bro (S.) ; Broager (Sl.) ; Broby, Bångbro, Fellingsbro, Köpmannabro (S.) ; Nordenbro (D.) ; Nybro (S.) ; Ruonabro (F.) ; Storebro, Vadsbro, Örebro (S.).

Brug, n. *d.*, Bruk, n. *s.*, exploitation, fabrication ; usine, fonderie ; fabrique (surtout en composition) : *Glasbruk, Jernbruk, Pappersbruk,* etc. || Bruksholm, îlot de la riv. Motala à Norrköping (S.), Dylta bruk, manufacture d'allumettes de Dylta (S.).

Brun, adj. *d. s.*, brúnn, *i.*, brun. — Brunkol, *s.* brunkul, *d.* lignite. || Brundals Vand, lac, Brunlid (N.).

Brún, f. *i.* (litt. *sourcil*) bord. — Fjallbrún, bord, pente de m^e^. — Heiðarbrún, bord des bruyères.

Brunn, m. *s.* brunn(r), m. *i.* puits, fontaine ; source d'eaux minérales (Cp. *brönd*). — Brunnsinrättning, *s.* établissement thermal. — Brunnsort, *s.* endroit où l'on prend les eaux. — Brunnvatn, *i.* source jaillissante. || Bergsbrunna, Brunnby, Brunnbäk (célèbre par la victoire de G. Vasa sur les Danois, en 1521), Brunsberg, Lundsbrunn, station thermale (S.).

Brygga (pl. — gor), f. *s.* pont, quai (Cp. *bro*). — Brygge (pl. — r), c. *d.* jetée, môle, quai : Tydskebryggen (*le quai des Allemands*), quai de Bergen (N.).

Bråddjup, n. *s.* précipice. — Aussi adj. : escarpé et profond.

Bræ, n. *d.* surtout *norv.* glacier; névé, champ de neige : Buerbræ, Bojumbræ, Suphellebræ, Justedalsbræ (le plus grand névé de l'Europe continentale, 91,000 hectares), glaciers de Norvège.

Brädd, Voy. *Bred.*

Bræk, n. *d.* crevasse; Brække, c. *norv.* montée raide. || Jordbrække (N.).

Brænderi (pl. — er), n. *d.,* bränneri (pl. — er) n. *s.* distillerie. — Brændevins-brænderi, *d.,* brännvins-bränneri, *s.* distillerie d'eau-de-vie. — Kalkbrænderi, *d.,* kalkbrännerie, *s.* four à chaux. — Teglbrænderi, *d.,* tegelbränneri, *s.* tuilerie.

Brönd (pl. — e), c. *d.* puits, fontaine; source (Cp. *brunn*). — Bröndanstalt, établissement thermal.

Bú, en vieux norse ou islandais signifie maison, habitation (Cp. *bo*). On trouve ce mot dans quelques n. de l. de Norvège : Aalbu, Bue, Eidsbugaden, Sandbu; le Bua elv, aff[t] du Glommen, le Buerbræ, glacier.

Bugt (pl. — er), c. *d.,* m. *s.* 1° Courbure, sinuosité. — 2° golfe, baie, anse, crique Jammer bugt (*baie de la calamité*), golfe dangereux (au N. du Liimfjord (Jutl.); Piperviksbugten, l'un des deux ports de Kristiania (N.).

Bulbro (pl. — er), c. *d.* passerelle.

Bulværk, *d.* Voy. *Bolværk.*

Bund (pl. — e), *d.* 1° fond (Cp. *botten*). — 2° abîme, gouffre. — Bundlös, sans fond, profond, aussi défoncé (d'un chemin). || Vemmingbund, fjord de la presqu'île de Broager (Sl.).

Busk (pl. — e), c. *d.* et Busktræ, *d.,* buske (pl. — kar) m. *s.* et buskträd, *s.* arbrisseau; buisson. — Buskads, *d.,* busksnår, *s.* buissons, fourré, hallier.

By (pl. — er), *d.* ville; bourg, village. — By (pl. — ar) *s.* village, hameau. — Landsby, *d.* village, hameau. — Kirkeby, *d.* village à église. || Terminaison fréquente en Scandinavie [1]. — *En Danemark :* Aakirkeby, dans l'île de Bornholm, Dalby (J.), Magleby, dans l'île d'Amager, Taarnby, etc. — *En Norvège :* By, Melby, Mosby, Neby, Paddeby, Sörby, Vestby, Östby. — *En Suède :* Brunnby, Broby, Dalby, Hagby, Hammarby, Husby, Karlsby, Ljungby, Lundby, Nyby, Smedby, Storby, Sundby, Thorsby, Visby, capitale de l'île de Gotland, Åby, Österby (voy. les premiers composants de ces noms). — *Dans les îles d'Åland* (à la Russie) : Finby, et *en Finlande* (à la Russie) : Forsby, Gamla Karleby et Ny Karleby.

Bygd, m. *s.* campagne, contrée; bygd, c. *d.* et böigd, *norv.* district, canton, paroisse; bygđ, f. et bygđ(r), m. *i.* habitation, demeure; contrée habitée par opposition à úbygđir, lieux inhabités (montagnes, forêts sauvages). — Bygdvej, *d.* chemin vicinal. || Osböigd elv, riv. (N.).

Byg(g)nad, m. byg(g)ning, f. *s.* bygning, c. *d.* bâtiment, édifice. — Bygnadsplats, *s.* terrain à bâtir.

Byväg (pl. — ar), m. *s.* chemin vicinal.

Båk (pl. — ar), m. et båktorn, n. *s.* phare.

Bålverk, voy. bolværk.

Båt, m. *s.* bateau, barque, canot (Cp. *baad*). — Båthamn, petit port (de cabotage).

Bæjar... voy. *bær.*

Bæk (pl. — ke) c. *d.* [2] bäck (pl. — ar) m. *s.* ruisseau, petit cours d'eau. || Brömsebrobäck, Bäckefors, Edebäck, Kolbäck, Kronobäck, Malmbäck, Otterbäcken, Skebäck, en

1. Cette terminaison fréquente aussi dans les n. de l. du nord de l'Angleterre, où l'on trouve plus de vingt Kirkby ou Kirby, y marque les limites de l'immigration scandinave. On la retrouve sous la forme *bu* (qui rend la prononciation scandinave) dans quelques noms de villages de la Normandie : Carquebu(t) (altération de Kirkeby), Tournebu (altération de Tornby).

2. De là vient la terminaison *bec* dans les n. de l. de la Normandie : Bolbec, Caudebec, etc.

Suède; Stabæk, Svartebæk, en Norvège; Fiskebæk, Vester et Öster Snogbæk (*riv. des serpents*) dans le Slesvig; Hornbæk, Örbæk (J.).

Bælte, voy. Belti.

Bær (anciennement *bœr*), gén. *bæjar,* pl. bæyir, *i.* ferme, simple ou avec accessoires. — Bæjarhus, maison principale d'un bær, maison d'habitation. — Bæjarsund, ruelle séparant les différents bâtiments d'un bær. || Kirkjubær, Miklibær, Saurbær (I.).

Bö, *norv.* Terminaison de n. de l. signifiant village (Cp. *by*) ou ferme (Cp. *bær*). || Bö, Fladebö, Kirkebö, Sandbö, Skaalebö (N.).

Bög, c. et bögetræ, n. *d.* hêtre (Cp. *bok*). — Bögelund, bois (bosquet) de hêtres. — Bögeskov, forêt de hêtres.

Böigd, voy. *bygd.*

... böl, terminaison danoise venant du vieux norse (ou islandais), voy. *ból.* Dans le Slesvig, elle indique la ligne de démarcation des établissements scandinaves. || Adsböl, Avnböl, Dybböl (all[d] Düppel), Holböl, Nyböl, Oxböl (dans l'île d'Alsen), Skovböl, Tyrsböl, Ulkeböl, etc., dans le Slesvig. — Haaböl, Ytterböl (N.).

Bön, *d. s.* prière, oraison. — Bön(e)hus, Bönkapell, oratoire.

Börn, pl. *d.* de *barn* (voy. ce mot).

Bœr, *i.* orthographe ancienne de *bær.*

C

Cette lettre n'est guère employée que pour des mots étrangers.

Carl, voy. *Karl.*

Charlotta, n. pr. *d. s.* Charlotte. || Charlottenberg (S.); Charlottenborg, château (S.), aussi château à Copenhague (D.); Charlottenlund, près de Copenhague.

Christian, voy. *Kristian.*

Christina, voy. *Kristina.*

D

En danois, à la fin des syllabes, cette lettre se prononce comme le đ islandais (qui n'est jamais initial), c'est-à-dire comme le *th* anglais doux (δ grec).

Dal (pl. — e), c. *d.;* dal (pl. — ar) m. *s.;* dal(r) (pl. dalir) m. *i* vallée. — Dal-bund, *d.* fond de vallée; — elf, *s.,* elv, *d.* rivière; — eng, *d.* prairie dans une vallée; — före, *d.* chemin de vallée. || 1° Indique les noms des vallées ou des plateaux : Helgedal (*vallée des Saints*), Justedal ou Jostedal, le plus grand plateau neigeux de l'Europe continentale, Nærodal, Romsdal, Surendal, Tromsdal, etc., en Norvège; Gröndal (*vallée verte*), dans le Grönland danois; Adalreykjadalr, vallée remplie de sources thermales, Haukadalr (*vallée des faucons*), vallée des geysers, Varmidalr (*vallée chaude*), en Islande. En Suède, Dalarne (*les plaines*) est le nom de la Dalécarlie. — 2° Très fréquent dans les n. de l. scandinaves. *En Danemark :* Dalby, Frydendal (*val de la joie*). — *En Grönland :* Frederiksdal. — *En Norvège :* Aardal, Arendal, Dale, Dalen, Dalseidet, Hitterdal, Högdal, Jondal, Rejersdal, Rosendal, Sogndal, Sætersdal, Uskedalen, etc. — *En Suède :* Dala, Dalarö, Dalby, Dalkarlsberg, Dalskog, Granbergsdal, Gravendal, Hökedalen, Johannisdal, Liljedal, Lillsjödal, Munkedal, Rosendal (pavillon royal dans l'île du Djurgården, à Stockholm), Ulriksdal, château royal près de Stockholm, etc. — *En Islande :* Laugardælir.

Dam (pl. — me), c. *d.,* Damm (pl. — ar) m. *s.* 1° étang, vivier, pièce d'eau; 2° digue (Cp. *dæmning*). || Damsgaard (N.); Mariedam (S.).

Damp, c. *d.* vapeur (Cp. *ånga*). — Dampfærge, bac à vapeur. — Dampmölle, moulin, minoterie à vapeur. — Dampskibsanlöbsted, station de bateau à vapeur.

Dibbel, c. *d.* (dans le Jutl.) petit ruisseau, surtout près de son embouchure.

Dige (pl. — r), n. *d.* digue, chaussée, levée. Dans le Jutland, haie de clôture. En Norvège, fossé.

Dike (pl. — n), n. *s.* dík et díki n. *i.* digue; fossé, tranchée.

Djup, adj. *s.*, djúp(r), *i.* profond [1]. — Subst. n. *s.* profondeur; bas-fond, abîme (Cp. *dyb*). || Djúpá (*riv. profonde*), riv. d'Isl.; Djupadal, n. de l. et cascade (S.); Djupedal, ravin profond près du lac Vettern (S.); Djúpivogr (I.).

Djur, n. *s.* animal (Cp. *dyr*). — Djurgård (litt. *jardin zoologique*), parc. — Djurhus, ménagerie || Djurgården, le parc de Stockholm (S.).

Dok, dokke, c. *d.* bassin de construction, dock. — Tördok, bassin de radoub.

Dom, m. *s.* dôme. — Domkirke (pl. — r) c. *d.*, Domkyrka (pl. — kor) f. *s.* cathédrale.

Drag, *d.* (Jutl.) langue de terre, presqu'île.

Drang(r) (pl. drangar), m. ou Drangsteinn, m. *i.* rocher isolé, debout; roche basaltique. || Drangey, îlot pointu (I.); Eldeyjardrangr, Geirfugladrangr, rochers détachés en avant d'îlots islandais; Drangr-Jökull, glacier d'Islande.

Drifis, m. *s.*, drivi(i)s, c. *d.* glaces flottantes. — Drifsand, *s.* sable mouvant. — Drivevej, *d.* chemin de bestiaux.

Dronning (pl. — er), c. *d.* reine (Cp. *drottning*). || Dronningbjerget, colline près de Kristiania (N.); Dronningensgade (*rue de la reine*), rue de Copenhague (D.).

Drottning (pl. — ar), f. *s.*, drottning ou dróttning, f. *i.* reine (Cp. *Dronning*) || Drottningsberg, m[t] au cap Hangö (F.); Drottningsgatan (*la rue de la reine*), rue de Stockholm (S.); Drottningsholm, château royal dans une île du lac Mälar (S.); Drottningsskär, fort défendant le chenal de Karlskrona (S.); Drottningtorget (*la place de la reine*) place de Göteborg (S.).

Dyb, adj. *d.* profond, bas. — Dyb, n. *d.* fond, bas-fond, abîme (Cp. *djup*) || Graadyb, petit golfe du Jutland; Hollander dyb(et) et Konge dyb(et), les deux passes par lesquelles on pénètre du Sund dans la mer Baltique.

Dyngja, f. *i.* demeure intérieure, donjon. || Dyngjufjöll, groupe montagneux dont fait partie l'Askja, le plus grand volcan de l'Islande; Trolladyngjur (*demeure de géante*), nom d'un volcan d'Islande.

Dyr, n. *d.*, dýr, n. *i.* animal (Cp. *djur*). — Dyregaard et Dyrehave, *d.* parc.

Däld (pl. — er), m. *s.* vallon. — Däldig, vallonné, entrecoupé de vallons.

Dæmning (pl. — er), c. *d.*, Dämning (pl. — ar) f. *s.* digue, jetée, quai (Cp. *dam*).

E

Ed (pl. —), n. *s.* isthme, langue de terre (Cp. *ejd*). || Edsborg, Edsvalla, Edsviken, Edö (S.).

E(e)g (pl. ege), m. *d.* et Egetræ, n. *d.* chêne (Cp. *ek*). — Egelund, chênaie, bois de chênes. — Egeskov, forêt de chênes. || Egeberg, colline près de Kristiania (N.)

Eg ou Æg, c. *d.*; egg (pl. — ar), f. *s.*, egg, *i.* (litt. *tranchant, fil*) lisière; arête, gradin sous-marin des bancs de pêche.

Egn (pl. — e), c. *d.* contrée, parages.

Eiland (pl. — e) n. *d.* (germanisme), île.

Ejd, ejde (eide) (pl. — r), m. et n. *d.* et surtout *norv.* isthme (Cp. *ed.*). || Dalseidet, Eid, Eide, Eidet, Eidevíg, Eidsbod, Eidsbugaden, Eidsfos, Eidsvold, Eidsæter, Foseide, Hopseidet, n. de l. de Norvège; Hvideseid vand, lac (N.).

Ek (pl. — ar), f. *s.* et Ekträd, n. *s.* chêne (Cp. *E(e)g*). — Eklund, chênaie, bois de chênes. — Ekskog, forêt de chênes. — En Islande, où il n'y a pas d'arbres à

1. D'où le nom de Dieppe, en Normandie.

distinguer entre eux, *eik* signifie *arbre* en général. || Eikedal (N.) ; Ekeberget, m[e] près Kristiania (N.) ; Ekeby, Ekedalen (S.) ; Ekenäs (S. et F.) ; Ekerö, une des îles d'Åland ; Eksjö (S.) ; Ekskär (F.) ; Eksund (S.).

Eld, m. *s*. Eld(r), m. *i*. (Ild, c. *d*.), feu. — Eldqvarn, *s*. moulin à vapeur. || Eldborg, volcan (éteint depuis l'an 900), Eldey, îlot (I.), Eldeyjardrangr (voy. *drangr*).

Elf (pl. elfvar), avec l'article suffixe elfven, f. *s*. fleuve, rivière; torrent (Cp. *elv*). En Islande, elf ou plus généralement elfa, f. signifie grande rivière, mais est peu employé. || 1° Rivières (S.) : Dalelf(ven), le plus long fleuve de Suède, affluent du golfe de Botnie; Götaelf, la riv. Göta; Klarelf(ven), aff[t] du lac Venern, etc. — 2° n. de l. (S.) : Elfdal, Elfkarleby, Elfsborg, fort près de Göteborg, Elfsnabben, port (d'où G. Adolphe partit en 1630 pour l'expédition d'Allemagne), Kungelf.

Elfva (pl. — vor), f. *s*. elfe (génie). — Elfstenar (*pierres des Elfes*), pierres dans lesquelles on a creusé des écuelles où les paysans viennent encore parfois sacrifier aux génies de la terre.

Elm, voy. *Ælm*.

Elv (pl. — e), c. *d*., surtout *norv*., avec l'article suffixe elven (employé surtout pour les petits cours d'eau), rivière, fleuve. — Elv-far, *norv.*, lit de rivière; — munding et *norv*. — os, embouchure de rivière; — fos, cascade; — ström, torrent de montagne. || 1° Rivières (N.) : Akerselven et Loelven, les deux ruisseaux de Kristiania; Bua elv et Dalselv, affl[ts] du Glommen; Drammselv, Stor elv, etc. — 2° n. de l. (N.) : Lille Elvedal, Storelven.

Ende, c. *d*., endi, m. *i*. extrémité, bout (Cp. *ända*). || Bergsenden, m[t] (N.) ; Hliđarendi (I.); Nedrevasenden et Ovrevasenden (N.).

Eng, c. *d*. et f. *i*., prairie, pré (Cp. *äng*). — Engbund, Enggrund, England, *d*. fond ou pays de prairies, prairies. — Enghave, *d*. prairie ou enclos. — Engidal(r), *i*. vallée enherbée en prairie. || Engihliđ (I.).

Erik, n. de plusieurs rois de Danemark et de Suède. || Eriksberg, Erikstad, Eriksvik (S.) ; Eriksfjord, fj. du Grönland; Erik Roda, île sur la côte orientale du Grönland (du nom d'Erik le Rouge).

Erts, c. *d*. (germanisme pour *Malm*), minerai. — Ertsbjerg, montagne minière.

Ey (gén. et pl. eyjar) f. *i*., aujourd'hui Eyja, île, îlot (Cp. *ö*). — Bæjarey, île habitée. — Eyjar-kálfr (*le petit d'une île*), îlot près d'une grande île. — Eyjarsund, détroit entre deux îles. || Fréquent dans les n. de l. avec l'ancienne forme *ey*. — 1° *îles :* Drangey (*îlot pointu*), Dyrhólaey (*île de la caverne des bêtes*), Flatey (*île plate*), Fugley (*îlot des oiseaux*), Langey (*île longue*), Purkey (*île aux truies*), Sandey (*îlot de sable*) (I.); Vestmannaeyjar (*îles des hommes de l'Ouest*) ou seulement Eyjar (*les îles*), groupe d'îlots volcaniques sur la côte Sud de l'Islande. — Eyjar (*les îles*) désigne aussi, chez les Islandais, les îles d'Orkney (*îles aux phoques*) et de Shetland appartenant à l'Angleterre: Færeyjar, n. *i*. des îles Færöer (au Danemark). — Papey litla et Papey stora (*petite* et *grande île des Papas,* prêtres irlandais établis dans les îles Shetland avant la conquête des Normands), nom *i*. de deux des îles Shetland. — 2° *N. de l.* Eyjafjalla-jökull, glacier d'Isl. ; Eyjafjardá, aff[t] de l'Eyjafjörđr, un des plus longs fjords de l'Islande.

Eyri (pl. — eyrar) f. *i*. rive sablonneuse ou graveleuse d'une rivière; langue de terre, banc de sable s'avançant dans la mer (Cp. *ör*). — Áreyrar, rives sablonneuses d'une rivière. — Dalseyrar (*sables de vallée*), lit de gravier déposé par un cours d'eau sur une vallée. || Akreyri (I.), Eyrarbakki (*banc de sables*) n. de la plus importante factorerie du Sud de l'Islande; Hörga eyr, Vatneyri (I.).

F

Faar (pl. —), n. *d.*, Fær, f. *i*, brebis (Cp. *får*). — Faarehu(u)s, faarestald, faaresti, *d.* étable à brebis, bergerie. || Færöer, en *isl.* Fær-eyjar (*îles aux moutons* parce qu'on y a trouvé, lors de la découverte, des moutons soit sauvages, soit précédemment importés), groupe d'îles appartenant au Danemark.

Fall (pl. —), n. *s.* chute d'eau, cascade, p. ex. Gullöfall, Toppöfall, Stampeströmsfall et Helvetesfall, les quatre subdivisions des célèbres chutes de Trollhätta (S.).

Fann, *norv.* amas de neige (Cp. *fond*). || Fanne fjord, fj. de Norvège.

Farbar, adj. *d. s.* praticable (carrossable, navigable). — Farled (pl. — er) *s.* voie de communication; passe, chenal. — Farvand, *d.*, farvatten, *s.* eau navigable, passe, chenal. — Farvej, *d.*, farväg, *s.* chemin carrossable, route.

Fastland, n. *d. s.* terre ferme, continent.

Fé, Féđ, *i.* Voy. *fjár.*

Fell, n. *i.*, colline, montagne. — On appelle ainsi, en Islande, la montagne peu élevée dont les chaleurs de l'été font disparaître la neige, découvrant en entier les escarpements rocheux (par opposition à *Jökull*). || Fréquent dans les noms de montagnes de l'Islande : Ármansfell, Bláfell, Burfell, Lambafell, Snæfells Jökul, volcan. — Svinafell, n. de l. (I.).

Fin (pl. — ner), c. *d.*, Finne, m. *s.* Finnois, Finlandais. En Norvège on donne le même nom aux Lapons. — Finland, *d. s.* Finlande. — Finmarken, *d.* Finnmarken, *s.* le Finmark, province de Norvège. || Baie de Finnekirke (N.); Finkirker, rocher ayant la forme d'une église, autrefois vénéré des Lapons; Finne fors, cascade de Suède; Finshyttan (S.); Finsnæs (N.).

Finsk, adj. *d. s.* finnois. || Finske bugt, *d.* golfe de Finlande.

Fisk (pl. — e), c. *d.*, (pl. — ar), m. *s.*, fisk(r), m. *i.* poisson. — Fisktorg, *s.*, Fisktorv. *d.* marché, halle aux poissons. — Fiskvatten, *s.* eaux de pêche, pêcherie. || Fiskebæk (Sl.); Fiskensund, branche du Hardanger fjord (N.).

Fjall (pl. fjöll), n. *i.* montagne (sans glacier) (Cp. *fell*). Au pl. montagne dentelée par de nombreux pics, ou chaîne de montagnes. — Fjall-brún, bord ou pente de m[e]; — dal(r), vallée de m[e]; — hagi, pâturage de m[e]; — hola, caverne de m[e]; — tind(r), pic, dent de m[e]; — veg(r), chemin de m[e]. || M[ts] d'Islande : Bláfjall (*m[t] bleu*); Dalfjall, volcan; Dyngjufjöll, groupe montagneux dont fait partie l'Askja, le plus grand volcan d'Islande; Eyjafjalla Jökull, glacier; Hlidarfjall, Ingolfsfjall, m[ts]; Tindfjalla Jökull, glacier; Viknafjöll (*m[ts] des ponces?*).

Fjár, génitif de Fé, n. *i.*, aujourd'hui Féđ, bestiaux, surtout moutons (Cp. *fä, fæ*). — Fjár-borg enclos de moutons; — hagi, pays de pâture; — hús, bergerie.

Fjell ou Fjäll (pl. — ar), n. *s.* mont, haute montagne, m[e] couverte de neige. — Fjell-bygd, contrée montagneuse, pays de m[es]; — rygg, crête, ligne de faîte; — skred, éboulement (de terre, neige ou monceaux de glace); — spets, pic, sommet de m[e]; — sträcka, chaîne de m[es]; — topp, sommet de m[e]; — trakt, région de hautes m[es]; — vägg, paroi de rocher. || Fjelkinge, Fjellbacka, n. de l. (S.).

Fjeld ou Fjæld (pl. — e), n. *d.* roc, rocher; montagne. — Fjeld-aas, arête de m[e]; — bejte (norv.), pâturage de m[e]; — bygd (*norv.*), contrée montagneuse (inhabitée); — dal, vallée alpestre; — egn, contrée montagneuse; — elv, torrent de m[e]; — kam, crête de m[e]; — klöft, gorge, ravin de m[e]; — knat (*norv.*), pic de m[e]; — li (*norv.*), flanc de m[e]; — nut, pic de m[e]; — rift, faille de rochers; — ryg, crête, ligne de faîte; — skar (*norv.*), crevasse de rochers; — stette, plateau; — sti, sentier pratiqué dans les rochers; — strækning, chaîne

de m^es^ ; — ström, torrent ; — stue, logement de m^e^, maison de refuge pour les voyageurs (surtout dans le Dovre fjeld, en Norvège) ; — tinde, pic, piton ; — top, cime de m^e^ ; — vand, lac de m^e^ ; — vidde (*norv.*), vaste étendue de rochers incultes ; — vej, sentier de m^e^. || 1° *Montagnes. En Norvège :* Borgefjeld ou Store Borgefjeld, plateau portant un névé de 38,000 hectares ; Dovre fjeld, grande et haute chaîne : Fille fjeld, Grinde fjeld, Hardanger fjeld, Jötun fjelde (*m^ts^ des géants*), haute chaîne de m^es^ ; Lang fjeld (*long mont*), Mugna fjeld, Stor fjeld (*grand mont*), Ymes fjeld, un des plus hauts sommets des monts des Géants. — *En Grönland :* Skarvefjæld (*m^t^ des cormorans*), m^e^ basaltique. — 2° Nordenfjeld et Sönderfjeld, deux des trois grandes régions de la Norvège, *au Nord* et *au Sud* des monts Dofrines. — 3° *N. de l.* Fjeldhoug (N.).

Fjord (pl. — e), c. *d.* golfe, baie, anse, crique ; fjord, golfe allongé et profond des côtes de Norvège (Cp. *fjärd* et *fjördr*) ; usité parfois en Suède au lieu de *fjärd*. Dans le Jutland, aussi étang d'eau douce ou lagune, ancien golfe que les alluvions comblent peu à peu. — Fjordmunding, embouchure d'un fjord. || 1° *Golfes* ou *baies. En Danemark :* Ise fjord, Randers fjord, Röskilde fjord, Vejle fjord. — *Dans le Grönland :* Eriks fjord. — *En Suède :* By fjord, Hafstens fjord, Hake fjord, Halse fjord. — *En Norvège :* Hardanger fjord, Jökel fjord, Kaafjord (*fjord aux corneilles*), Kristiania fjord, Lang fjord, Salten fjord, Sands fjord, Sogne fjord, le plus grand fjord de la Norvège, Stor fjord, Varanger fjord, Vest fjord, etc. — 2° *Lagunes du Jutland :* Liimfjord, bassin à la fois lacustre et maritime, traversant tout le Jutland et séparé de la mer du Nord par la flèche de Harbooëretange ; Nissum fjord, communiquant avec la mer par le dangereux passage de Thorsminde ; Ringkjöbing fjord ou Stavning fjord, lagune séparée par la flèche de Klitlandet de la mer avec laquelle elle communique par un étroit chenal ; Stadel fjord. — 3° *Noms de lieu :* Flekkefjord, Randsfjord, Sandefjord, Öifjord (N.) ; Ísfjord (I.).

Fjäll, voy. *Fjell.*

Fjärd (pl. — ar), m. *s.* bras de mer, chenal entre des îles ; golfe, baie (de mer ou de lac) (Cp. *fjord*) : Baggensfjärd (S.) ; Björkfjärd, Brofjärd, Granfjärd, Karlshamnsfjärd, Norrafjärd, Näsfjärd, Prestfjärd, Riddarfjärd, Strengnäsfjärd, Svingarnsfjärd, etc., dans le lac Mälar (S.) ; Harofjärd, Jungfrufjärd, Kråkfjärd, Skofjärd, etc. (S.).

Fjörđ(r), m. *i.* (génitif fjarđar) baie, golfe (Cp. *fjord*). — Fjarđarbotn, fond, tête de baie. || Breiđi fjörđr (*large baie*), Eyja fjörđr, un des plus longs fjords de la côte N. de l'Isl., Hafnarfjörđr (*baie du port*), anse du Faxa fjörđr, Hunafjörđr, Ísa fjörđr (*baie des glaces*), baie et nom d'un village, Skaga fjörđr (*baie de la pointe basse*) (I.).

Flack, flackländig, adj. *s.* plat, uni, peu accidenté. — Flacka landet, le pays plat, la plaine.

Flad, adj. *d.* plat, plan. — Fladt land ou Fladland, pays plat. — Flad bygd (*norv.*), plaine. — Fladlændt, adj. *norv.* plat, peu accidenté. || Fladebö, Fladmark (N.) ; Flad sjö, lac de Norvège ; Fladstrand, citadelle défendant le port de Frederikshavn (J.) ; Fladsæt (N.).

Flekke, Flække (pl. — r), c. *d.* bourg, bourgade. || Flekkefjord, port de Norvège.

Fljót, n. *i.* rivière (Cp. *flod*). || Kirthafljót, Markarfljót, Skjálfandifljót, fleuves d'Islande ; Tungufljót (*fleuve du delta*), riv. qui se divise en un grand nombre de bras (I.) ; — Fljótsheiđi, m^e^ d'Islande.

Flo, m. *s.* Fló, f. *i.* couche, lit, banc, strate (Cp. *flöts*). — Flóasund, *i.* bande de marais entre deux collines. — Floberg, *s.* montagne stratifiée.

Flod (pl. — er), c. *d.*, m. *s.* flóð, n. *i.* 1° flux, marée montante, flot. — 2° En *d.* et *s.* fleuve, rivière, torrent (en *i.* avalanche). — Flod-arm, bras de rivière; — bred, *d.* rive; — bugt, *d.* coude de riv.; — bädd, *s.* lit de riv.; — dige, *d.* et — dike, *s.* digue de riv.; — hvirvel, *d.* remous; — leje, *d.* lit de riv.; — munding, *d.*, — mynning, *s.*, et — seng, *d.* embouchure de riv. || Floda, n. de l. (S.).

Flói, m. *i.* 1° lande marécageuse, d'où le nom d'un district dans le S. de l'Isl. — 2° baie. || Herathsflói; Hunaflói, baie; Strandaflói (I.).

Flom, c. *d.* marais, prairie inondée.

Flotta, *s.* flotter (Cp. *flyde*). — Flottbro, flottbrygga, pont flottant, pont de radeaux. — Flottis, glace flottante.

Flyde, *d.* couler, flotter (Cp. *flotta*). — Flyde-bom, barrière flottante; — bro, pont flottant; — dok, dock flottant.

Flygsand, m. *s.* sable mouvant.

Flække, voy. *Flekke.*

Flöt (pl. flatir), f. *i.* plaine.

Flöts, c. *d.*; m. *s.* lit, strate d'un terrain de sédiment (Cp. *flo*). — Flötsberg, *s.* et Flötsbjerg, *d.* montagne ou roche stratifiée.

Fod, c. *d.* pied (Cp. *fot*). — Fodsti, sentier.

Foged, c. *d.* bailli. — Fogderi (pl. — er), n. arrondissement de communes rurales en Norvège (Cp. *amt*).

Fogel ou Fågel, m. *s.* oiseau (Cp. *fugl*). || Fogelstå, Fågelsång (*chant d'oiseau*), Fogelvik, Foglavik (S.).

Folk, n. *d.* *s.* peuple. — Folkthing, *d.* assemblée populaire, Chambre des représentants, en Danemark.

Fond, fonn, c. *norv.* Fönn, *i.* champ de neige, névé (Cp. *fann*). || Folgefond, grand névé ou glacier, Kros fond, Store fond (N.).

For, prép. *d.* devant (Cp. *för*). — For-bjerg, cap, promontoire; — stad, faubourg; — værk, ouvrage avancé, dehors (d'une forteresse).

Fors (pl. — ar), m. *s.* courant, rapide de rivière, rarement véritable cascade (voy. *vattenfall* (Cp. *fos*). || 1° les rapides de Edefors, Hedensfors, la cascade de Finnefors (S.). — 2° Très fréquent en n. de l. suédois : Alafors, Annefors, Björkfors, Bofors, Forsen, Forshammar, Forsheda, Forshult, Gustafsfors, Götafors, Hagfors, Högafors, Lindefors, Rosenfors, Skogsfors, Stjernfors, Storfors, etc. (S.); Forsby, Helsingfors (F.).

Fos (pl. — ser), c. *d.* Foss, m. *i.* chute d'eau, cascade. En Norvège, aussi rapide (Cp. *fors*). — Fossefald, *norv.* cataracte. || 1° *Cascades. En Norvège :* Hel fos, Hög fos, Labrö fos, Lille et Store Lerfos, Mörka fos, Ringedals fos, Rjukan fos, Sarp fos, cataracte du Glommen, la plus puissante de l'Europe par la masse d'eau, Skjæggedals fos, Slette fos, Vöring fos, etc. — *En Islande :* Detti foss, chute du Jokulsá, Geitafoss (*cascade de la chèvre*), Góda foss, Gullfoss (*cascade d'or*), chute de la Hvitá, Seljalands foss. — 2° *Noms de lieu :* Annefos, Eidsfos, Fennefos, Foseide, Fosland, Fossegaarden, Ulefos (N.).

Fot, m. *s.* pied (Cp. *fod*). — Fotstig, sentier.

Fred, c. *d.*, m. *s.* paix (Cp. *frid*). || Fredensborg, château, résidence d'été du roi de Danemark; Fredsgatan (*la rue de la Paix*), rue de Stockholm (S.); Fredsberg (S.), Hallfreda dans l'île de Gotland (S.), Hultsfred (S.), Mariefred sur le lac Mälar (S.).

Fredskov, *d.* forêt réservée pour la chasse (de *frede*, protéger).

Frederik, *d.* Fredrik, *s.* Fridrik, *i.* n. pr. Frédéric. Nom de plusieurs rois de Danemark et d'un roi de Suède. || Fredericia, ville forte à l'entrée du Petit-Belt (J.);

Frederiksborg, château royal près de Copenhague, Frederikshavn, citadelle de Copenhague et port du Jutland, Frederiksholm, îlot de Copenhague renfermant une partie des établissements de la marine, Frederikssund (D.); Frederiksstad dans le Slesvig. — Frederiksdal, Frederikshaab et Frederikshav dans le Grönland. — Frederiksberg, fort à Bergen, Frederikshald, avec le fort de Frederiksteen (devant lequel Charles XII fut tué), Frederiksstad, port fortifié à l'embouchure du Glommen, Frederiksværn, port fortifié dans une baie du Skagerrack (N.). — Fredriksberg, Fredriksborg, château fort en ruines, Fredrikshof, ancien château servant aujourd'hui de caserne à Stockholm (S.). — Fredrikshamn, en Finlande. — Fridriksgáfa, en Islande.

Fri, adj. *d. s.* frí, *i.*, libre, franc. — Frihamn, *s.* et frihavn, *d.* port franc. — Fristad, *d. s.* ville libre. || Fristad (S.).

Frid, m. *s.* paix, tranquillité, repos (Cp. *fred*). || Fridhem, faubourg d'Ystad, et v. dans l'île de Gotland (S.).

Frugt, c. *d.*, frukt, m. *s.* fruit. — Frugthave, *d.* verger. — Frugttorv, *d.* marché aux fruits. — Fruktträdgård, *s.* (litt. *jardin d'arbres fruitiers*), verger.

Fryd, c. *d.* joie, réjouissance. || Frydendal (Sl.); Frydenlund (N.).

Fugl, c. *d.*; m. *i.* oiseau (Cp. *fogel*). — Fuglebjerg, *d.*, fuglberg, *i.* rocher où nichent les oiseaux aquatiques. || Fuglenæs, péninsule (N.); Fuglö (*île aux oiseaux*), île de l'archipel des Färöer, et plusieurs autres îles ou îlots (N.).

Furu, c. et Furutræ, n. *norv.*, furuträd, n. *s.* pin (Cp. *fyr*). — Furuskog, *s.*, furuskov, *norv.*, forêt de pins. — Furuskärgrund, *s.* terrain rocheux couvert de pins. || Furuhjem (N.); Furusund (S.).

Fyen (Fyn), *d.* la Fionie, une des grandes îles du Danemark, séparée du Slesvig par le Petit-Belt.

Fyr (y bref) (pl. fyrre), c. et fyrretræ, n. *d.* pin (Cp. *furu*). — Fyrskov, forêt de pins.

Fyr (y long), n. *d. s.* feu (de marine), fanal, phare. — Fyrbåk, *s.*, fyrtaarn, *d.* phare. — Fyrskepp, *s.* bateau-phare. || Ex. : Hamnskärs fyr, Landsorts fyr, phares (S.).

Fägel, voy. *fogel.*

Får, n. *s.* brebis. — Får-bete, pâturage pour les moutons; — gård, bergerie; — hus, étable à brebis. || Fårö (*île aux moutons*), îlot près de l'île de Gotland, Fårösund, n. de l. à Gotland (S.).

Fä, n. *s.*; fæ, n. *d.*; fé, n. *i.*, bétail (Cp. *fjár*). — Fäbod, *s.* hutte de vacher, chalet. — Fægang, *d.* pâturage, chemin de bestiaux. — Fæhave, *d.* pâturage clos. — Fæhu(u)s, *d.*, fähus, *s.* étable, vacherie. — Fälad, *s.* pâturage communal. — Fælæger, *norv.* hutte de vacher. — Fæmark, *d.* pâturage. — Fæmarked, *d.* marché aux bestiaux. — Fæstald, *d.* étable. — Fätorg, *s.* marché aux bestiaux. — Fævang, *d.* pâturage clos. — Fäväg, *s.* chemin de bestiaux.

Fælled, c. *d.* pâturage communal, communaux. || Fælled, nom du champ de manœuvres à Copenhague (divisé par deux allées en vester, nörre, et öster fælled).

Fällskog, m. *s.* bois taillis.

Fält, n. *s.* champ, campagne; champ de bataille. — Fältskans, fältverk, redoute de campagne.

Færge, c. *d.*, bac (bateau); Färja, f. *s.* bac, traille. — Færgested, *d.*, färjstad ou färjeställe, *s.* lieu de passage en bac. — Flyvende færge, *d.* pont volant, traille. || Färjestaden, plage de l'île d'Öland (S.).

Fäste, n. *s.* fort, forteresse : Gustaf-Adolfs-fäste, fort Gustave-Adolphe (F.).

Fæstestation, c. *d.* station de poste fixe, permanente, en Norvège (Cp. *Tilsigetstation*).

Fæstning (pl. — er), *d.*; Fästning (pl. — ar), *s.* forteresse, place forte. — Fæstningsgrav, *d.* fästningsgraf, *s.* fossé de forteresse. — Fæstningsmu(u)r, *d.* mur de

forteresse, escarpe. — Fästningsvall, *s.*, fæstningsvold, *d.* rempart. — Fästningsverk, *s.* fæstningsværk, *d.* ouvrage de fortification.

För, prép. *s.* devant, avant (Cp. *for*). — Förstad, faubourg.

Före, n. *s.* et *norv.* chemin de traîneaux (frayé dans la neige).

G

Gaard (pl. — e), c. *d.* cour, espace clos; grande maison à porte cochère, hôtel (dans les villes); ferme, groupe de maisonnettes en bois servant aux divers usages d'une propriété rurale [1]. — Répond en Norvège à l'isl. *bær* (Cp. *garðr* et *gård*). || Damsgaard, Ellingsgaard, Nordgaard, Overgaard, Præstegaarden, Udgaarden (N.); Lundsgaard, Steengaard, Sögaard (Sl.); Nygaard, nom de la hauteur sur laquelle se trouve le musée de Bergen (N.); Nörregaard (D.).

Gade (pl. — r), c. *d.* rue, voie publique (Cp. *gata* et *stræde*). || Ex. : Dronningensgade (*rue de la Reine*), Nörre gade (*rue du N.*), Store Kongensgade (*grande rue du Roi*), à Copenhague (D.); Karl-Johansgade, principale artère de Kristiania (N.); Strandgaden (*rue du rivage*), principale rue de Bergen (N.).

Gamall, adj. *i.*; Gammal (forme définie : Gamle, Gamla), adj. *s.* Gammel adj. *d.* vieux, ancien, antique. || Gamla Karleby (F.); Gamla Skottorp, Gamla Upsala, Gamleby, Gammalkroppa, Gammelstaden (S.); Gammelmark (Sl.).

Gang, c. *d.* cours, chemin; filon (Cp. *Gång*). — Gang-bjerg, montagne à minerai disposé par filons; — bro, passerelle; — sti, — vej, chemin de piétons, sentier. || Philosophgangen (*le cours des Philosophes*), nom d'une rue de Copenhague (D.).

Gangbar, adj. *d.* praticable, fréquenté, battu (se dit d'un chemin).

Gard(r), m. *i.* espace clos, cour (Cp. *Gaard, Gård*). — Húsagarðr, mur entourant un bær.

Garnisonsort, m. *s.* Garnisonssted, n. *d.* lieu de garnison. — Garnisonssjukhus, *s.* hôpital militaire.

Gata (pl. — tor), f. *s.* rue, route bordée de haies mortes, laie (allée de forêt) (Cp. *gade*). En isl. gata [2] = chemin, route. — Gatukors, *i.* (*croix de chemins*) carrefour. || Ex. : Drottninggatan (*la rue de la Reine*), Nyagatan (*la rue Neuve*) à Stockholm (S.).

Ged, c. *d.* get, f. *s.*, chèvre. || Gedsholm, domaine, Getabäck (S.); Getsvältan, grottes dans l'île de Gotland (S.).

Genväg (pl. — ar), m. *s.* chemin de traverse, raccourci (Cp. *gjensti*).

Gest, c. *d.* terrain élevé et sec (par opposition à *marsk*).

Geysir, m. *i.* Nom d'une source thermale d'Islande, lançant de temps en temps des jets d'eau bouillante jusqu'à 20 mètres de hauteur. Les étrangers en ont fait à tort le nom générique de toutes les sources de même nature, et l'on appelle souvent *vallée des Geysers* le Haukadalr (*vallée des faucons*) où se trouvent réunis le *grand Geyser*, le *petit Geyser*, le *Strokkr* (dont on peut provoquer à volonté une éruption en y jetant des mottes de terre) et beaucoup d'autres petites sources thermales (Cp. *hverr*).

Gil, n. *i.* vallée profonde et étroite, crevasse avec un cours d'eau au fond. || Haukagil (*crevasse du faucon*), Hrafnagil (*crevasse du corbeau*), crevasses; Svartagil, n. de l. (Cp. gjá, crevasse à fond sec ou marécageux).

1. De là vient le nom du village normand Auppegard (altération de *Abildgaard*, *d.* verger).
2. Le nom du Kattegat, bras de mer entre le Jutland et la Suède, signifie *chemin des navires*, de l'isl. *kati*, espèce de petit navire, et *gata*.

Gips, n. *d. s.* et gipste(e)n, *d.* gypse, pierre à plâtre; plâtre. — Gipsbrott, *s.* carrière à plâtre. — Gipsovn, *d.*, gipsugn, *s.* four à plâtre.

Gjá (pl. gjáar) f. *i.*, fente, crevasse; particulièrement crevasse des anciennes coulées de lave, formées par le refroidissement; cluse (Cp. *gil*). || Almannagjá (*cluse de tous Hommes*), crevasse près du lac de Thingvalla où le peuple islandais s'assemblait autrefois; Hrafnagjá (*cluse des Corbeaux*), crevasse terminant à l'E. la vallée de Thingvalla; Hrossagjá (*cluse des Chevaux*) et Nikolásagjá, nom de deux crevasses séparant le *Lögberg* (*m*[t] *de la Loi*) de la plaine de Thingvalla; Kötlugjá, volcan éteint (I.).

Gjenstí (pl. — er), c. *d.* et gjenvej (pl. — e), c. *d.* chemin de traverse, raccourci (Cp. *genväg*).

Gjerde, *d.* voy. *Gærde.*

Gjæld, n. *norv.* paroisse (Cp. *præstegjæld*).

Gjæst (gjest) et gæst (pl. — er), c. *d.* hôte (Cp. *gäst*). — Gjæstehu(u)s et gjæstgivergaard, auberge.

Gjuteri (pl. — er), n. *s.* et gjuthus, n. *s.* fonderie.

Gletscher (germanisme), c. *d.* glacier (Cp. *bræ*). — Gletscherelv, torrent sortant d'un glacier.

God (n. godt), adj. *d. s.*, góđr, góđa, gott, *i.* bon. || Góđafoss, grande cataracte du Skjálfandifljót (I.); Godhavn, dans l'île de Disko (Grönl.); Godthaab (*bonne espérance*), colonie danoise dans le Grönland; Godsted (D.).

Graa, adj. *d.* gris (Cp. *grå*). || Graadyb, petit golfe du Jutland.

Graf (pl. grafvar), m. *s.* (*i.* gröf), fosse, fossé, tranchée; tombeau (Cp. *grav*). — Grafplats, Grafställe, lieu de sépulture.

Gran, c. *d.*; f. *s.* (*i.* grön) et Grantræ, *d.*, Granträd, *s.* sapin, épicéa. — Granskog, *s.*, Granskov, *d.* forêt de sapins. || Granbergsdal, Granbäck, Grangärde (S.); Granfjärd, baie du lac Mälar (S.); Granholm, îlot (S.).

Grav (pl. — e), c. *d.* fosse, fossé; tombeau (Cp. *graf*). — Gravhöj, tertre funéraire, tombeau, tumulus; Gravsted, lieu de sépulture. || Graven (N.); Gravendal (S.); Gravensvand, lac de Graven (N.).

Grift (pl. — er), m. *s.* tombeau (Cp. *gånggrifter* au mot *gång*).

Grube (pl. — r), c. *d.*; grufva (pl. — vor) f. *s.* fosse; mine, minière. — Grufbrott, grufbrytning, *s.* exploitation de mines. || Enggrufvorna (S.); Jerngruben (N.); Kärrgrufvan (S.); Mormorgrufva, la plus profonde mine de Suède (400^{m}).

Grund (pl. — e), c. *d.* sol, terrain, fond; haut-fond (Cp. *bund*). — Grund (pl. — er), m. *s.*, fond, terrain; Grund (pl. —), n. *s.* haut-fond, banc. — Grunde, c. *norv.* haut-fond. — Grund, adj. *d. s.*, bas, peu profond, guéable. || Grund (I.); Grundsborg, station thermale (S.); Grundsund, lieu de pêche (S.); Grundsæt (N.); Löfgrund, île (S.); Porsgrund (N.). — Kalkgrund, Oscargrunde, hauts-fonds entre Saltholm et la Scanie, au débouché du Sund dans la Baltique.

Grus, n. *s.*; gru(u)s, n. *d.* gravier, gros sable. — Gru(u)s-bakke, — banke, *d.* colline de gravier; — grav, *d.* sablonnière, carrière de sable ou de gravier.

Grå, adj. *s.* gris (Cp. *graa*). || Gråen, fort devant Landskrona (S.).

Gränd (pl. — er), f. *s.* ruelle. || Sjögränd (S.).

Grænse (Grændse) (pl. — r), c. *d.*; gräns (pl. — er), m. *s.* limite, frontière. — Grænse-by, *d.* ville frontière; — fæstning, *d.* (*s.* gränsfästning) place frontière; — pæl, *d.* poteau marquant limite; — stad, *d.* (*s.* gränsstad), ville frontière; — ste(e)n, *d.* (*s.* gränssten) borne (en pierre); — told, *d.* douane. — Gränsort, *s.* lieu, ville frontière.

Græs, n. *d.*, gräs, n. *s.* (*i.* gras), herbe, gazon. — Gräsbete, *s.*, græsbet, græsgang, *d.*

pâturage. — Græsgaard, *d.* ferme de pâture. — Græsland, *d.*, græsmark, *d.* gräsmark, *s.* pays de prairies, prairies. || Græslid (N.); Grästorp (S.).

Gröft, c. *d.* fossé. — Gröftevold, berge, levée.

Grön, adj. *d. s.* (*i.* grænn. — Ne pas confondre avec l'isl. grön, voy. *gran*), vert. — Grönager, grönjord, *d.* jachère, terre en friche. — Grönland (Jutl.), jachère. || Gröndal (*vallée verte*), vallée du Grönland (*pays vert*) découvert en 982 par l'Islandais Eric Randa et en partie colonisé par les Danois (Amérique); Grönsdal, vallée (N.); Grönlund, domaine (S.); Gröne lund (*bosquet vert*) dans le Djurgården (parc) de Stockholm, Grönskär fyr, phare (S.).

Gud, m. *d. s.*, gud, *i.*, Dieu. — Gudshus, *d. s.* (*maison de Dieu*) église. || Gudbrandsdal, vallée (N.); Gudhem, ruine d'un couvent (S.); Gudvangen (N.).

Gul, adj. *d. s.* Gul(r), *i.*, jaune. || Gul dal, vallée, Gulen fjord, baie, Gulsvig (N.).

Guld, *d.*, Gull, *i. norv.* et *s.* or. || Guldholmen (N.); Guldkroken, partie du Vestergötland (S.); Guldsmedshyttan, usines (S.); Gullholmen, Gullspång, Gullåkra (S.); Gullö fall, une des quatre subdivisions des célèbres chutes de Trollhätta (S.).

Gustaf, *s.*, n. pr. Gustave, nom de plusieurs rois de Suède. || Gustafsberg, Gustafsfors, Gustafsholm, un des îlots dont se compose Stockholm, Gustafsvik (S.); Gustafsvärn, petite forteresse (F.).

Gyde (pl. — r), c. *d.* ruelle; passage étroit.

Gyt(t)ja, f. *s.* bourbe, limon, vase. — Gytjefull, gytjig, bourbeux. — Gytjepuss, bourbier. — Gytje, pl. *norv.* et gytjebad, *s.* boues minérales (utilisées pour bains).

Gång (pl. — er), m. *s.* passage, ruelle; filon (Cp. *gang*). — Gång-berg, montagne à filons de mine; — bro (*pont de passage*), passerelle; — grifter, sépultures (préhistoriques) à galeries; — stig, — väg, chemin de piétons, sentier.

Gård (pl. — ar), m. *s.* cour, espace clos; ferme, métairie (Cp. *gaard*). — Gårdsplan, gårdsrum, cour. || Djurgården, le grand parc de Stockholm; Humlegården (litt. *la houblonnière*), parc renfermant la bibliothèque nationale à Stockholm; Kungsträdgården, le jardin royal à Stockholm. — Entre dans des n. de l. suédois : Bjersjölagård, Godegård, Kastellgården, Norregård, Nygård; très fréquent dans les noms de propriétés ou domaines en Suède : Bjersgård, Bosgård, Brogård, Husbygård, etc.

Gærde, n. *d.*, Gärde, n. *s.* champ entouré d'une clôture. — Gärdsgård, *s.* haie morte, clôture de palis. || Grangärde, Snäckgärdet, dans l'île de Gotland (S.).

Gæst, *d.* (voy. *gjæst*); gäst (pl. — er), m. *s.* hôte. — Gästgifvaregård, *s.* auberge; maison de poste, relais; Gästgifveri, *s.* auberge.

Göta, Göt(a)land, Gottland, Götarike, *s.* Gothie, la partie la plus méridionale de la Suède, divisée en Vester et Öster Götland, Vestrogothie et Ostrogothie. || Gotland, grande île suédoise de la mer Baltique; Gotska Sandön (*l'île de sable de la Gothie*), petite île au N. de Gotland (S.); Gottskär, station baleinière (S.); Göta-elf, le plus navigable des fleuves de la Suède; Göta-kanal, canal de Gothie qui réunit le lac Vettern au lac Venern; Göteborg, à l'embouchure du Göta-elf dans le Kattegat.

H

Haab, n. *d.* espérance. || Godthaab (*bonne espérance*), Julianshaab (Sankt Julianeshaab), Kristianshaab, Sankt Frederikshaab, colonies danoises dans le Grönland.

Haf (pl. —), hafvet avec l'art., n. *s.*, haf (pl. höf), n. *i.* mer (Cp. *hav*). — Hafs-arm, *s.* bras de mer; — bad, *s.* bain de mer; — bugt, *s.* golfe, baie; — botn, *i.* golfe; — hvirfvel, *s.* tournant de mer, tourbillon, gouffre; — kant ou kust, *s.* côte, rivage de la mer; — klippa, *s.* écueil; — strand, *s.* rivage de la mer,

plage; — ström, *s.* courant marin; — vik, *s.* golfe, baie, anse. || Hafslo, district cultivé et lac de Norvège; Hafstad, Haftun (N.).

Hafnar, génitif de höfn, *i.* (voyez ce mot).

Hage, m. *s.* et *norv.*, hagi, m. *i.* enclos de pâturage, pré clos, parc. — Fjallhagi, *i.* pâturage de m^e^. || Gåshaga (*enclos des oies*), domaine, Haga, château près de Stockholm, Hagby, Hagbyberga, domaine, Hagfors, Yxenhaga (S.); Hagi (I.).

Hage (pl. — r), c. *d.* (litt. *menton*) promontoire. || Snogbækhage, cap du Slesvig (D.).

Hald, c. *d.* hall(r), m. *i.* rocher, écueil. || Forshall (S.); Frederikshald (N.); Halland, ancien comté de Suède, partie de la Gothie; Halleberg, m^t^ (S.); Halleby, Hallfreda, v. de Gotland, Kungshall, un des forts de Karlskrona (S.); Oskarshall, petit castel élevé par Oscar Ier sur une presqu'île près de Kristiania (N.).

Half, adj. *s.;* halv, *d.* demi, à demi, à moitié. — Halfö, *s.,* halvö, *d.* presqu'île. — Halvgaard, *d.* petite ferme.

Halligen, *d.* îlots de la côte occidentale du Slesvig, très bas et assiégés par les flots.

Halm, c. *d.,* m. *s.* paille, chaume. — Halmkoja, *s.* chaumière. || Halmstad (S.).

Halv, *d.,* voy. *half.*

Hammare (pl. hamrar), m. *s.;* Hammer (pl. hamre), c. *d.* marteau; forge, martinet; hamar(r), m. *i.* marteau, et l'arme du dieu Thor (la foudre). — Hammarverk, *s.,* hammerværk, *d.* et hammermölle, *d.* grande forge, martinet, usine. || Indique souvent dans les n. de l. une usine, ou (en Islande et Norvège) un roc en forme de marteau ou d'enclume. — *En Suède :* Bånghammar, Forshammar, Hammarby, Nelhammar; les usines de Elghammar, Hallstahammar, Morgårdshammar, Rockhammar, Surahammar, Torpshammar, Åbyhammar; les domaines de Stenhammar, Östhammar; l'île de Hammarön dans le lac Venern. — *En Norvège :* Hammerfest (dans l'île de Hvalö), le port commerçant le plus septentrional de l'Europe, Lillehammer et Storhammer, Smedshammer, le fjord Hammerfjord. — Hammershuus, ruines d'une ancienne forteresse dans l'île de Bornholm (D.).

Hamn (pl. — ar), m. *s.* port, havre (Cp. *havn* et *höfn*). || Frederikshamn (F.); Grisselhamn, Kapellshamn, dans l'île de Gotland, Karlshamn, Klintehamn (*port escarpé*), à Gotland, Kristinehamn, Lerhamn, Nyhamn (*port neuf*), Oskarshamn, Sandhamn, Slitehamn, le meilleur port de Gotland, Söderhamn (*port méridional*) (S.).

Handel, c. *d.;* m. *s.* commerce. — Handels-akademi, *d.* école de commerce; — havn, *d.* port marchand; — hus, *d. s.* maison de commerce, comptoir; — skola, *s.* skole, *d.* école de commerce; — ort, *s.,* plads, *d.,* plats, *s.* place de commerce; — stad, *d. s.* ville de commerce.

Hassel, c. *d.;* f. *s.* et Hasselbusk, c. *d.,* hasselbuske, m. *s.* noisetier. — Hasselkrat, *d.* hassellund, *s.* coudraie, bosquet de noisetiers. || Hasselbacken dans le Djurgården (parc) de Stockholm, Hasselbro, pont sur la riv. Rönne, près du lac Ringsjö, Hasselfors, Hasseludden, près de Stockholm (S.).

Haug ou houg, c. *norv.,* haug(r), m. *i.* petite colline; en Islande aussi cairn funéraire. || Hauge, Haugen, Haugene, Haugsund, Kroghaugen (N.); Haugenes (I.) — Fjeldhoug, Hougesund, Norderhoug, Oskarshoug, chalet, Storhougen, m^t^, Tvindehoug (N.).

Hauk(r), m. *i.* faucon. || Haukadalr (*vallée des faucons*), vallée des Geysers d'Islande; Haukagil, crevasse du faucon (I.); lac de Haukedal, ferme de Haukelid, plateau de Haukelid fjeld, Haukeröd (N.).

Haus, c. *norv.* (litt. crâne), rocher, mamelon.

Hav (pl. — e), n. *d.* mer (Cp. *haf*). — Hav-arm, bras de mer; — bred, rivage de mer; — bro (norv.), banc de sable, amas sous-marin formé à l'embouchure d'un fjord; — bryn, bord de falaise; — bugt, golfe, baie; — hvirvel, gouffre,

tourbillon de mer; — i(i)s, glace flottante; — klippe, récif, écueil; — klit, dune; — kyst, côte; — side, rivage de la mer; — stock, grève, plage, — ström, courant marin. || Fyenshav (*mer de Fionie*), v. de l'île d'Alsen; Hörup hav, golfe de l'île d'Alsen (Sl.); Loppehav (*mer de Loppen*), au delà de l'île rocheuse de Loppen (N.); Nordhav(et) (*la mer du Nord*), l'Océan boréal; Vester hav(et) (*la mer occidentale*), la mer du Nord.

Hav, n. *norv.* anse.

Have, c. *d.* jardin, parc (Cp. *dyrhave, frugthave*). || Rosenborghave, grand jardin dans l'intérieur de Copenhague (D.).

Havn (pl. — e), c. *d.* port, havre (Cp. *hamn* et *höfn*). — Havne-fyr, feu de port, phare; — mærke, amarque de port (bouée, balise); — stad, ville maritime (port). || Frederikshavn, port du Jutland et citadelle de Copenhague (D.); Frederikshavn, Godhavn, port de l'île de Disko, et Jakobshavn, colonies danoises du Grönland (Amérique); Kastnehavn (N.); Kjöbenhavn (*port des marchands*), Copenhague, capitale du Danemark; Kristianshavn dans l'île d'Amager, à Copenhague; Mehavn, Mosterhavn, et Rolfsöhavn sur l'île de Rolfsö, à l'extrémité septentrionale de l'Europe (N.); Thorshavn (*havre du dieu Thor*), dans l'île de Strömö, principal port de l'archipel des Färöer; Öierhavn (N.).

Hed, m. *s.;* hede, c. *d.* bruyère, lande (Cp. *heiði*). — Hedeegn, *d.* pays de landes. || Forsheda, Grythyttehed (S.); Hedemarken, belle et riche vallée et nom d'un bailliage de Norvège; Hedemora, chef-lieu de la Dalécarlie, Hedenberg, domaine, Hedenstorp, Moheda (S.). — Kronobergs hed, Ljungby hed, Bonarps hed, etc., (S.), landes servant de places d'exercice pour les troupes; Trold hede (*lande du sorcier*), lande (J.).

Hegn, n. *d.* haie, clôture; enclos.

Heiði, f. *i.* bruyère, pays de bruyères (Cp. *hed*). || Fljótsheiði, Hvammsheiði, Vaðlaheiði, m^{es} d'Islande.

Heim, heima, adv. *i.* à la maison, chez soi (*domum,* anglais *home*) (Cp. *hem* et *hjem*). || Se rencontre dans beaucoup de n. de l. norvégiens, au lieu de la forme moderne hjem : Lac de Bredheim, Heimdal, Mundheims dal, vallée, Norheimsund, Opheim, Rokheim, Rödsheim, Vadheim (N.).

Hej (pl. — er), c. *norv.* croupe (de m^{e}) aplatie; pelouse de montagne.

Hekla, f. *i.* sorte de froc à capuchon, d'où le nom du m^{t} Hekla (Heklafjall), à cause de sa forme.

Helgen, c. *d.* saint (subst.). || Helgedal, vallée, Helgeö, île, Helgeraaen (N.).

Helig, adj. *s.* hellig, *d.* saint. || Helligdommen dans l'île de Bornholm (D.).

Hellir (pl. hellrar), m. *i.* caverne, grotte de rochers. || Se rencontre dans les n. de l. de l'Islande : Surtshellir, n. d'une grotte fameuse (grotte de *Surtr,* le géant du feu, le destructeur du monde de la mythologie scandinave).

Helsa, f. *s.* helsen, c. *d.,* helse, *norv.* santé. — Helsobrunn, *s.* endroit où l'on prend les eaux. — Helsokälla, *s.* source d'eau minérale.

Hem, m. *s.* demeure; adv. à la maison, chez soi (Cp. *heim* et *hjem*). || Berghem, Dalhem (dans l'île de Gotland), Etelhem, ruines du couvent de Gudhem, Fridhem (Gotland), Hemsjö, Ljunghem, Lykhem (domaine), Sandhem (S.).

Hemman, n. *s.* ferme, métairie, propriété rurale.

Hérad, n. *i.* contrée, district, vallée, bassin (Cp. *herred*). || Fljótsdalshérað, contrée d'Islande; Héraðsvötn, riv. (I.).

Herberge, n. *d. s.* auberge, hôtellerie.

Herde, m. *s.* pâtre, berger (Cp. *hyrde*). — Herdekoja, cabane de berger.

Herre, m. *d. s.* maître, seigneur; monsieur. — Herre-gaard, *d.,* gård, *s.* château,

propriété rurale habitée par un homme de qualité; — gods, *s.* terre seigneuriale; — kloster, *d.* abbaye de moines; — sæde, *d.,* säte, *s.* résidence seigneuriale, château. || Herrhult, Herrljunga, Herrestad (domaine) (S.).

Herred (pl. — er), n. *d.* canton, district, juridiction rurale (subdivision de l'*Amt,* en Danemark) (Cp. *hérađ* et *härad*). || Kvinherred (N.).

Hest (pl. — e), c. *d.* (*i.* hest [r]), cheval (Cp. *häst*). — Heste-bane, chemin de fer à chevaux, tramway: — dam, abreuvoir, gué; — hage (*norv.*), have, *d.* enclos pour les chevaux; — hold, écurie; — marked, foire aux chevaux; — stald, écurie; — torv, marché aux chevaux. || Hestebræ piggene, pics de m[e], Hestmandsö (*île du Cavalier*), petite île de la côte, Rommehest, m[t] (N.).

Himmel, c. *d.;* m. *s.* himin, m. *i.* ciel. || Himinrad, chaîne de m[es] (Grönland); Himmelsbjerg (*m[t] du Ciel*), m[e] du Jutland, un des plus hauts sommets du Danemark quoique n'ayant que 172 mètres d'altitude; Himmelstalund, station thermale (S.); Himmelstinder (*Dents du ciel*), m[es] dans l'île de Vestvaagö (archipel des Lofoten) (N.).

Hjem, n. *d.* domicile, foyer, le chez-soi; hjem et hjemme, adv. à la maison, chez soi (Cp. *heim* et *hem*). || Bredhjemsvand, lac, Furuhjem, Nordre et Söndre Trondhjem, chefs-lieux de 2 *Amter* (N.); Hjembæk (D.).

Hlíđ (pl. hlíđar), f. *i.* côte, versant de montagne (Cp. *li, lid*). — Hlíđargarđr, clôture séparant les pâturages de deux fermes. || Engihlíđ, Hliđar, Hlíđarendi, Hlíđarfjall, m[t], Reykjahlíđ (*pente fumante*), v. près du lac Mývatn (I.).

Hof, n. *sc.* temple, *i.;* cour (de prince) *d. s.* || Fredrikshof, ancien château, actuellement caserne à Stockholm (S.); Hof (I.); Hofdala (domaine), Hofgården, Hofsta (S.); Hofstađir (I.); Kampenhof, Kristinehof, Stjernhof (S.).

Hola, f. *i.* caverne (Cp. hule, håla). || Holanes (I.); Kukhola (N.).

Hóll (pl. hólar), m. *i.* petite colline, tertre (Cp. *hvoll*). — Sandhóll, colline de sable. || Hólar, Hóll, Hríshóll, Íshóll, Presthólar, Reykjarhóll; Viđihóll (I.).

Holländeri, n. *s.* vacherie.

Holm (pl. — e), c. *d.* [1]; holm (pl. — ar), m. *s.;* holme, *norv.,* hólm(r), m. *i.* îlot, île côtière; île de lac ou de rivière. En Islande on appelle même ainsi des prairies sur le littoral avec des fossés en arrière. || Extrêmement fréquent dans les noms scandinaves. Ex. : 1° Iles et îlots. *En Danemark :* Bornholm, grande île de la Baltique; Frederiksholm, Kristiansholm, Nyholm et Holmen, îlots renfermant les établissements de la marine à Copenhague; Saltholm, îlot du Sund devant Copenhague; Tindholm, îlot de l'archipel des Färöer (au Danemark). — *En Norvège :* Fruholm, îlot qui renferme le phare le plus septentrional du monde; Holmen, Munkholm (*îlot des moines*), devant Trondhjem, etc. — *En Suède :* Bruksholm, îlot de la riv. Motala; Granholm (*îlot des sapins*); Gripsholm (*îlot du griffon*) avec château dans le lac Mälar; Lindholm (*îlot des tilleuls*), à Karlskrona; Svaneholm (*îlot des cygnes*); les différents îlots sur lesquels est assis Stockholm, savoir: Stadsholmen (*l'îlot de la cité*), Riddarholmen (*l'îlot des chevaliers*), Helgeandsholmen, Kungsholmen (*l'îlot du roi*), Kastellholmen (*l'îlot du château*), Skeppsholmen (*l'îlot des navires*), et la presqu'île de Blasiiholmen; Tjurholm (*îlot du taureau*), la plus grande île du Götaelf, etc., etc. — *En Finlande :* Träskholm (*îlot marécageux*) un des îlots dont se compose Sveaborg. — 2° Noms de lieu. *En Danemark :* Holmstrup, Svanholm, Trudsholm. — *En Norvège :* Guldholm (*îlot d'or*), Holmedal, Holmestrand, Holmerydningen; Kristiansholm et Langmannsholm, forts défendant le port de Kristiansand, etc. — *En Suède :* Borgholm dans

1. D'où *Le Houlme*, village de Normandie.

l'île d'Öland; Drottningholm (*îlot de la reine*), château royal dans l'île de Lofö du lac Mälar; Engelholm, établissement thermal; Eneholm dans l'île de Gotland; Gullholmen (*l'île d'or*); Kungholmen (*l'îlot du roi*), fort défendant le chenal de Karlskrona; Liljeholm (*îlot des lis*); Lindholm (*îlot du tilleul*), domaine où est né G. Vasa; Stockholm, capitale de la Suède; Vaxholm, forteresse défendant les approches de Stockholm, etc., etc. — *En Finlande :* Keksholm, sur le lac Ladoga, Långholm. — *En Islande :* Holmar, Stykkisholm, sur le Breiðifjörðr.

Holt, n. *i.,* en vieux norse bois, taillis. — Aujourd'hui, en Islande, colline pierreuse, sommet pierreux (opposé à marais ou enclos de prairies). — Holtasund, bande de marais entre deux collines. || Fréquent en n. de l. de l'Islande et de la Norvège : Djórsárholt, Holt, Krossholt, Reykholt, Skalholt (I.); Rönholt, Söholt, Sörholte, Sverholtklubben, cap rocheux (N.).

Hóp, n. *i.* étroite baie en communication avec la mer seulement au moment du flux. || Hóp, Hópsós, canal, Vestrhóp (I.).

Horn, n. *sc.* (litt. corne) pic, pointe, corne ou aiguille de m[e] : Bitihorn, Romsdalhorn, Skogshorn, m[ts] (N.). || Horn (S. et I.); Hornbæk (J.); Hornsö (S.); Skagenshorn (J.); Vestrahorn, cap. (I.).

Houg, *norv.*, voy. *haug.*

Hoved, n. *d.* tête; pointe de terre, cap (Cp. *hufvud*). En composition, *principal :* hovedbane ou hovedjernbane, hovedjernvej, ligne principale, grande ligne (de chemin de fer). — Hoved-bygning, corps de logis principal; — gaard, bien seigneurial; — gade, grande rue; — kirke, église paroissiale, cathédrale; — landevej, grand chemin, route nationale; — stad, capitale, chef-lieu; — strög, cours (promenade dans les villes); — vej, grand chemin, grande route; — vold, rempart du corps de place d'une forteresse. || Aalehoved, Vedelsborg hoved, caps de Fionie (D.); Gravens hoved, Vargaards hoved, caps du Jutland (D.).

Hraun, n. *i.* cheire, ancienne coulée de lave, désert de lave. || Fréquent dans les n. de l. de l'Islande : Borgarhraun, Gardahraun, Hraun, Neshraun; Hraundalr (*vallée des cheires*); Hraunfjörðr (*golfe des cheires*); Ódáðahraun (*cheire des crimes*), grand désert de lave au centre de l'Islande.

Hrepp(r) (pl. hreppar), m. *i.* subdivision territoriale d'Islande, commune (souvent identique à la paroisse, *sókn*). Voy. *Umdæmi.*

Hufvud, n. *s.* (*i.* höfuð) tête. En composition, *principal* (Cp. *hoved*) : Hufvud-byggnad ou bygning, corps de logis principal; — gata, grande rue; — kyrka, église principale, cathédrale; — ort, chef-lieu; — stad, capitale, métropole; — station, station principale.

Huk (pl. — ke), c. *d.* (*litt.* coin, angle); anse, baie; pointe, cap. || Blaavands huk, éperon S.-O. du Jutland (D.); Statenhuk, pointe méridionale du Grönland (aussi appelée cap Farvel); Svartehuk (*cap noir*), presqu'île du Grönland, sur la baie de Baffin.

Hule (pl. — r), c. *d.* caverne, grotte (Cp. *hola, håla*).

Humle, c. *d.;* m. *s.* houblon. — Humle-gaard, *d.,* — gård, *s.,* — have, *d.,* et — plantering, *s.* houblonnière. || Humledal, (N.); Humlegården, parc au N. de Stockholm, renfermant la bibliothèque nationale.

Húnn, m. *i.* jeune ours. || Se rencontre dans les n. de l. de l'Islande : Húnafjörðr (*fjord des ours*); Húnaflói (*baie des ours*); Húnavatn (*lac des ours*).

Hus (pl. —) n. *s.;* hu(u)s (pl. huse) n. *d.* [1]; hús, n. *i.* maison. Au pluriel, en isl. = *bær,* groupe de maisons d'une même propriété. — Húsagardr, *i.* mur entourant un bær. — Hustoft, *d.* espace libre, cour ou enclos devant la maison. || Très fré-

1. D'où le nom d'Étaimhus, commune normande près du Havre.

quent dans les n. de l. scandinaves. — *En Danemark :* Aarhuus (J.); Hammershuus, ruines d'un fort dans l'île de Bornholm; Skovhuse (J.). — *En Norvège :* Akershuus, ancienne forteresse désarmée, près de Kristiania; Bergenhuus, un des forts de Bergen; Lysthuus, Meelhuus, Sandfarhuus, Udhuus; Vardöhus, dans l'île de Vardö, la forteresse la plus septentrionale du monde. — *En Suède :* Bohus, château ruiné; Brahehus, ruine d'un château de chasse; Husaby, Husby, Husqvarna; château de Johannishus; Riddarhuset (*la maison des chevaliers*), le palais de la noblesse, à Stockholm. — *En Finlande :* Tavastehus; Åbohus, fort près d'Åbo. — *En Islande :* Húsavik, port, Lambhús.

Hu(u)l, adj. *d.* creux. — Hulvej, chemin creux; ravin, gorge.

Hvamm(r), m. *i.* pente ou vallée couverte de verdure. || Fréquent dans les noms de fermes en Islande : Hvammr, Hvammsdalr, etc.; Hvammsheiđi, m^{e}.

Hver(r) (pl. hverar), m. *i.* chaudière; chaudière naturelle lançant de l'eau chaude par intermittence, fontaine bouillante (Cp. *geysir*). || Hveravellir (I.).

Hvid, adj. *d.*; hvit, *s.*; hvít(r), *i.* blanc. — Hvidgarveri, *d.*, hvitgarfveri, *s.* mégisserie. — || Det hvide hav ou hvide havet, *d.* la mer Blanche; Hvideseid vand, lac, Hvidsteen (N.); Hvitá (*riv. blanche*), nom de beaucoup de riv. d'Islande, descendant des glaciers; Hvitár-vatn, lac d'Islande d'où sort la Hvitá; Hvita krog (*angle blanc*), îlot près de Karlskrona (S.); Hvite sö (*lac blanc*), lac (N.).

Hvirfvel (pl. — flar), m. *s.*; hvirvel (pl. — vler), c. *d.* tourbillon, tournant d'eau, remous. — Hvirvel-ström, *d.* gouffre, tournant.

Hvit, *s.*, voy. *hvid.*

Hvoll, m. *i.* anciennement hváll, colline en dôme, peu usité pour hóll. || Se rencontre en noms de lieux, surtout avec la forme ancienne : Hváll, Bergþórshváll, Kálfshváll, etc.

Hydda (pl. — dor), f. *s.* cabane, chaumière, hutte. (Voy. *hytte.*)

Hyrde, m. *d.* pâtre, berger (Cp. *herde*). — Hyrdehu(u)s, maison de berger. — Hyrdehytte, cabane de pâtre.

Hytta (pl. — tor), f. *s.* forge, fonderie, usine. || Fréquent dans les n. de l. de Suède, indiquant le plus souvent une usine ou une mine : Abäckshyttan, Björnhyttan, Dalkarlshyttan, Finshyttan, Guldsmedshyttan, Nyhyttan, Pershyttan, Riddarhyttan, Snöbergshyttan, Vasselhytta, etc.

Hytte (pl. — r), c. *d.* cabane, chaumière (Cp. *hydda*). — Usine, fonderie (Cp. *hytta*).

Håla (pl. — lor), f. *s.* caverne, grotte (Cp. *hola, hule*).

Håll, n. *s.* relais, station de poste. — Hållbotten, mouillage. — Hållplats, hållstation, station d'arrêt (de chemin de fer).

Hålväg, m. *s.* chemin creux (Cp. *hulvej* au mot hu(u)l).

Hårdvall (pl. — ar), m. *s.* et hårdvallsäng, f. *s.* prairie haute (non humide).

Hägnad, f. *s.* enclos, clôture.

Häll (pl. — ar), m. *s.* (*i.* hella) banc de roche; table de pierre; aussi plaque d'âtre. — Hälleberg, rocher, roche vive. — Hällkistor, pl. sortes de grands cercueils en pierres levées, entourées de terre (préhistoriques). — Hällristningar, pl. (*sculptures des rochers*), écritures runiques que l'on rencontre en Scanie, en Gothie, etc. || Hälle, Hällsjö, Karlshäll, Olivehäll, Torshälla (S.).

Hængebro, c. *d.*; hängbro, f. *s.* pont suspendu. — Hängdy, f. *s.* marais tremblant. — Hænge-dynd, *d.*, myr (*norv.*), sæg, *d.* terrain mou, fondrière; — skur, *d.* appentis.

Härad, n. *s.* district; bailliage (circonscription judiciaire) (Cp. *hérađ, herred*). — Häradsväg, chemin vicinal. || Häradsskär, nom d'un phare, Upphärad (S.).

Häst, m. *s.* cheval (Cp. *hest*). — Hästmarknad, foire aux chevaux. — Häststall, écurie. || Häste, Hästaryd, Hästholmen, Hästveda (S.).

Hætte, c. *d.;* hätta, f. *s.* coiffe, capuchon. || Snehætta(n) (*coiffe de neige*), nom d'un des sommets des m^ts Dovre, Storhætten, m^t, Torghættan, île (en forme de chapeau) (N.); Trollhättan (*coiffe de sorcier*), bourg de Suède, célèbre par les belles chutes du Götaelf.

Hö, c. *norv.* mamelon; pic de m^e. || Galdhöpigge, trois pics de la plus haute m^e du N. de l'Europe, Kvashö, Leirhö, Ryghö, Skanthö, Stelmakhö, m^ts de Norvège.

Höfđi, n. *i.* promontoire élevé (par opposition à *skagi*). || Höfđi, ferme, Ingólfshöfđi (I.).

Höfn, f. *i.* havre, port (Cp. *hamn, havn*). En composition, on emploie le génitif *hafnar :* hafnarmark, ou hafnarmerki, amer, signal de port. || Fjallahöfn, port, Hafnarfjörđr (*baie du port*); hafnarstræti (*rue du Port*), nom d'une des deux rues de Reykjavik, la capitale de l'Islande; Raufarhöfn, þórshöfn (I.).

Hög (pl. — ar), m. *s.* colline; tertre. — adj. haut, élevé (Cp. *höj* et *haug*). — Högland, pays haut; högländ, adj. haut, montagneux. — Högskola, haute école, académie, université. || Hög (N.); Högby dans l'île de Gotland (S.); Högdal, mines (N.); Högfors (S.); Högfos, cascades (N.); Höggarn-fjärd, baie, Högklint, la plus haute cime de Gotland, Högkulle, colline (S.); Högland, île de Finlande; Högåsen, Kungs högarne (*les tertres du roi*), trois tertres funéraires près de l'église de Gamla-Upsala (consacrés autrefois à Odin, Thor et Freyr, dieux scandinaves), Tingshög, tertre près d'Upsala servant de tribune aux anciens rois pour haranguer la foule (S.).

Högd, *s.,* voy. *höjd.*

Höj, Höi (pl. — e), c. *d.* colline, monticule; butte, tumulus. — adj. haut, élevé (Cp. *hög*). — Höj-bjerge, hautes montagnes; — fjæld, haute m^e; — land, pays de m^es, hautes terres; — ovn, haut fourneau; — pynt, promontoire élevé, cime, sommet; — skole, haute école (université, académie); — skov, haute futaie, forêt de grands arbres; — slette, plaine élevée, plateau. || Ejersbavsnehöj, un des plus hauts sommets du Danemark, quoique n'ayant que 180 mètres d'altitude (J.); Hardeshöj (Sl.); Hemmeshöj, Höjby (D.); Höjentorp, domaine, Höjeå, riv. (S.); Krog Vilhöj (Sl.).

Höjde (pl. — r), c. *d.;* höjd et högd (pl. — er), m. *s.* hauteur, altitude; sommet; éminence; latitude (polhöjd). — Höjdedrog, *d.* chaîne de collines. — Höjdpunkt, *s.* point de partage.

Hölj, *s.* bassin d'eau tranquille entre deux chutes.

Hörg(r), m. *i.* lieu saint des anciens paiens, autel à ciel ouvert, cercle de pierres sacrées (par opposition à *hof*, temple). || Se retrouve dans des n. de l. de l'Islande : Hörgá, Hörgárdalr, Hörgá-eyrr, hörgshlíđ. — Horgheim (N.).

I

Ide, c. *norv.* remous; tournant, tourbillon. — Idvand, n. *d.* remous.

Iis, voy. *Is.*

Ile, c. *norv.* source, fontaine.

In, adv. *s.;* ind, *d.;* inn, *i.* dans, dedans. — Ind-bugt, *d.* baie, golfe, anse, crique; — havn, port fermé; — hu(u)s, maison principale (par opposition aux communs); — jord, terrain attenant à une ferme; — land, l'intérieur du pays; — lukke, clos, enclos; — mark, champ attenant à une ferme; — snævring (litt. *rétrécissement*), passage étroit, défilé; détroit; — sö, lac, étang; — vig, anse, crique. — Inlandsis, nom sous lequel les Scandinaves désignent les coupoles glaciaires des régions polaires, p. ex. dans le Grönland. — Insjö, *s.* lac, étang.

I(i)s, c. *d.*; is, m. *s.;* ís, íss (en composition ísa) m. *i.* glace. Au pluriel *i.* ísar = champs de glace. — Is-bank, *s.,* — banke, *d.* banc de glace, banquise; — berg,

s., — bjerg, *d.* montagne de glace (*iceberg*); glacier; — brage, *d.* crevasse de glace; — bryder, brækker, *d.*, — bräckare, *s.* brise-glace; — bræ, *d.* glacier; — bælte, *d.* bordure de glace, banquise; — fjæld, *d.*, — fjell, *s.* m[e] couverte de glace, glacier; — flade, *d.* plaine de glace; — gata, *s.* chemin de glace; — gräns, *s.* limite des glaces éternelles; — kant, *d.* bord de la glace, lisière de banquise; — mark, *d.* mer de glace, glacier, banquise; — väg, *s.* chemin de glace; — örken, *d.* désert de glace. || Ísafjörðr, vill. (I.); Ísblink (litt. *d. s.* scintillement de glace, reflet des champs de glace), nom de la branche de l'Inlandsis (voy. au mot *In*) du Grönland qui s'avance jusque près du port de Julianehaab; Isefjord, grand golfe sur le Kattegat (D.); Isfjord, branche extrême du grand Molde fjord (N.); Ishav, *d.*, Ishaf(vet), *s.* la mer glaciale (polaire); Íshóll (I.); Ishult (S.); Island, *d. s.* Ísland, *i.* (*terre de glace*), Islande, île appartenant au Danemark; Svartis(en) (*la glace noire*), un des plus grands névés de la Norvège (mesurant 70,000 hectares).

J

Jagt, c. *d.;* f. *s.* chasse. — Jagt-distrikt, revier, ou strækning, *d.* chasse (district de chasse); — hus, *d. s.* maison de chasse; — mark, *s.* terrain de chasse; — park, *s.* parc de chasse; — slot, *d.*, — slott, *s.* rendez-vous (château) de chasse; — vej, *d.* route de chasse.

Jemn, adj. *s.* uni, plat; jemt, adv. *s.* de niveau. — Jemnväg, chemin uni. || Jemtland, province suédoise.

Jern, n. *d. s.;* Järn, *s.* Járn, n. *i.* fer. — Jern-bana, — bane (voy. article spécial); — bro, *d. s.* pont en fer; — brygga, *s.* petit pont en fer; — bruk, *s.* forge (grosse); — gjuteri, *s.* fonderie de fer; — grube, *d.*, grufva, *s.* mine de fer; — hammare, *s.*, hammer ou hammerværk, *d.* forge à martinet; — hytta, *s.*, hytte, *d.* usine à fer; — kyst, *d.* côte malsaine, qui n'offre pas de refuge; — stöberi, *d.* fonderie de fer; — vand, *d.*, vatten, *s.* eau ferrugineuse; — verk, *s.* forge, usine; — vej, väg (voy. article spécial). || Jerngruben (N.); Jerntorg(et) (*marché au fer*), place de Stockholm (S.).

Jernbana, f. *s.;* jernbane, c. *d.* voie ferrée, chemin de fer. — Jernbannät, *s.* réseau de chemin de fer. — Jernbane-bro, *d.* viaduc; — linie, *d.* ligne de chemin de fer; — net, *d.* réseau de chemins de fer; — station, *d.* station de chemin de fer, gare.

Jernväg, m. *s.* chemin de fer. — Jernväg-bro, viaduc; — linie, ligne de chemin de fer; — nät, réseau de chemin de fer; — station, station de chemin de fer; — stationshus, gare de chemin de fer.

Johan, *s.* n. pr. Jean, nom de plusieurs rois de Suède. || Johannisberg (école d'agriculture), Johannisdal (station thermale), Johannishus (château), Johansfors (S.).

Jomfru, f. *d.*, Jungfru, f. *s.* demoiselle, (jeune) fille. — Jomfrukloster, *d.*, jungfrukloster, *s.* couvent de religieuses. || Jomfruland, îlot (N.); Jungfru fjärd, baie (S.); Jungfrun, écueil escarpé dont le sommet le plus élevé s'appelle *Blå Jungfrun* (S.).

Jord, c. *d.;* f. *s.* terre; terrain, sol (Cp. *jörd*). — Jord-art, *d. s.* terrain (géologique); — bank, *s.* remblai; — bruck, *s.* agriculture; — brucksskola, *s.* école d'agriculture; — bund, *d.* sol, terrain; — dynge, *d.* tertre, butte de terre; — dæmning, *d.* levée de terre; — egendom, *s.* propriété rurale, biens-fonds; — egn, *d.* région, contrée; — fyld, *d.* remblai; — hals, *d.* isthme; — hegn, *d.* clôture en terre; — hule, *d.* caverne; — hydda, *s.* hutte en terre; — höj, *d.*, höjd, *s.* butte, tertre, éminence; — klöft, *d.* fente, crevasse dans la terre; — märg, *s.* marne; — strækning, *d.* étendue de pays, contrée;

— tange, *d.* isthme; — tunga, *s.*, tunge, *d.* langue de terre, cap; — vall, *s.*, vold, *d.* levée de terre, terrasse, rempart. || Benjordstinder, pics, Jordbrække (N.).

Jotun, voy. *jötun*.

Jude, m. *s.* Juif (Cp. *Jöde*). — Judqvarter, quartier des Juifs. — Judskola, synagogue.

Jungfru, voy. *jomfru*.

Jyde, m. *d.* Jutlandais; jydsk, jusk, adj. *d.* du Jutland. — Jylland *d.* (*s.* Jutland) le Jutland, pays des Jutes (c'est-à-dire des géants, Cp. *jötun*) (D.).

Jæger, m. *d.*; jägare, m. *s.* chasseur. — Jægergaard, *d.* maison de garde-chasse. — Jægersti, *d.* sentier de chasseur, laie (dans un bois).

Jætte, m. *d.*; jätte, m. *s.* géant (Cp. *jötun*). — Jættegryde (pl. — r), *d.* jättegryta (pl. — tor), *s.* (litt. *marmite des géants*) creux dans des rochers, trous paraissant forés dans des parois de rochers par des pierres tournant sous l'action du flot marin (p. ex. en Finlande). — Jättesten, *s.* (*pierre de géant*) grande pierre isolée. — Jættestue (pl. — r), *d.*, jättestuga (pl. — gor), *s.* (*chambre de géants*), sépulture à galerie (préhistorique), galerie de dolmens (Cp. *gånggrifter* et *ste(e)ndysser*). || Stenjättarne (*les géants de pierre*), rochers de l'île de Gotland (S.).

Jöde, m. *d.* Juif (Cp. *jude*). — Jöde-gade, rue ou quartier des Juifs; — kirke, synagogue; — kvarter, quartier des Juifs; — skole, synagogue.

Jökel (pl. jökler), c. *d.*; jökul, jökull (pl. jöklar), m. *i.* glacier, ou montagne en plateau qui reste couverte de neiges et de névés. — Jökelelv, *d.*, jökulsá, *i.* torrent sortant d'un glacier. — Jökelgærde et jökelvold, *d.* moraine. — Jökelsten, *s.* bloc glaciaire. — Jökulvatn, *i.* eau de glacier. || Drángr-jökull, Eyjafjalla-jökull, Glámu-jökull, glaciers d'Islande; Jökel fjord, nom d'une baie de Norvège; Jökulsá (*riv. du glacier*), nom de plusieurs riv. d'Islande, notamment du plus grand fleuve islandais descendant du Vatna-jökull; Láng-jökull, grand glacier, Myrdals-jökull, glacier (I.); Normandsjökler, m^ts (N.); Skaptar-jökull, redoutable volcan, Skeiđarar-jökull (*glacier tremblant*), volcan, Skriđjöklar (*glaciers frémissants*) descendant des névés du Vatna-jökull, Snæfells-jökull, volcan, Vatna-jökull, grand plateau neigeux de l'Islande, couvrant des centaines de lieues carrées ($\frac{1}{10}$ de l'île) (I.); Öræfa-jökull, volcan, sommet le plus élevé de l'Islande (1,956^m).

Jötun, m. *norv.*; jötunn (pl. jötnar), *i.* géant (Cp. *Jætte*). || Jötunfjelde (*m^ts des géants*) pointes les plus élevées de la Scandinavie, dominant les ramifications orientales du Sogne-fjord (N.); Jötunheim (*demeure des géants*), massif montagneux à sommets neigeux (N.).

Jörđ (pl. jarđir), f. *i.* terre (globe terrestre); terre (sol, humus) (Cp. *jord*). En Islande, ce mot désigne fréquemment une terre, un domaine, une ferme (= *gaard*, *d.*).

K

Kalf (pl. kalfvar), m. *s.*; Kalv (pl. — e), c. *d.* veau; Kálf(r), m. *i.* veau, baleineau. On donne aussi ce nom, en Islande et en Norvège, aux îlots ou rochers détachés d'une île, comme des baleineaux suivant leur mère[1]. — Kalfhage, *s.*, Kalvehage, *d.* enclos, parc pour les veaux. || Kálftindr, volcan éteint renfermant des cavernes pouvant abriter les bestiaux (I.); Kalvedal, vallon (N.).

Kalk, c. *d.*; m. *s.* chaux. — Kalk-berg, *s.*, — bjerg, *d.* montagne calcaire; — brott, *s.*, brud, *d.* carrière de pierres à chaux; — bruk, *s.* four à chaux; — bræn-

1. De là le nom de *calves* que l'on trouve dans les îles Britanniques, par exemple, le *calf* à côté du promontoire méridional de l'île de Man.

deri, *d.*, bränneri, *s.* chaufournerie; — ovn, *d.*, ugn, *s.* four à chaux; — stensbrott, *s.*, stensbrud, *d.* carrière de pierre à chaux. || Kalkgrund, haut-fond entre l'île de Saltholm (devant Copenhague) et la Scanie.

Kall, adj. *s.* (cold, *d.;* kaldr, kalda, kalt, *i.*) froid. — Kallmur, *s.* mur en pierres sèches; — Kallvattenkur-inrättning, établissement hydrothérapique (*d'eau froide*).

Kamb(r) et Kamp(r), m. *i.;* Kamp, c. *norv.* croupe, cime arrondie de montagne. || Hedalsmukampen, Leirungskamp, m[ts] (N.).

Kanal, c. *d.;* m. *s.* canal. — Kanal-bank, *s.* bord de canal; — bro, *s.* aqueduc; — sluse, *d.* écluse à sas. || Ex : Göta-kanal, Hjelmare-kanal, Strömsholms-kanal (S).

Kane, c. *d.* traîneau. — Kaneföre, chemin de traîneaux, frayé dans la neige.

Kap, n. *d. s.* cap, promontoire. || Ex. : Nordkap, le cap Nord, dans l'île de Magerö, le point le plus septentrional de l'Europe (N.).

Kapel, n. *d.;* kapell, n. *s.* kapella, f. *i.* chapelle. || Kapellbackarne, collines, Kapellshamn, dans l'île de Gotland (S.).

Karl, n. pr. *s.* Charles. Nom de plusieurs rois de Suède. || Karlberg, château près de Stockholm, renfermant l'École militaire de Suède; Karleby (D.); Gamla et Ny-Karleby (*vieille et nouvelle Charleville*) (F.); Karlsborg, forteresse, Karlsby, Karlshamn, port, Karlskoja, Karlskrona, port fortifié bâti sur plusieurs îlots et station navale la plus importante de Suède, Karlslund, Karlstad, Karlsten, forteresse (S.); Karlsö, petite île (N.); Karlsöarne (*les îles Charles*), près de Gotland (S.).

Kastel, n. *d.;* Kastell, n. *s.* château fort, citadelle. || Kastelgården, Kastelholm, un des îlots sur lesquels est bâti Stockholm (S.).

Kaup, n. *i.* marché, achat (Cp. *kjöb* et *köp*). — Kaupangr, *i.* bourg (Cp. *kjöbing, köping*). Fréquents dans les n. de l. scandinaves, ces mots indiquent les bourgs ou anciens bourgs à marché. || Kaupanger (N.); Kaupstaðr (I.).

Kelda, f. *i.;* kilde (pl. — r), c. *d.* source, fontaine (Cp. *källa*). En Islande, surtout puits ou fosse d'eau stagnante dans un sol marécageux. — Kilde-bröncl, spring, væld, *d.* source d'eau vive; — vand, eau de source, eau vive.

Kil (i long), c. *norv.* anse, crique, baie.

Kirke (pl. — r), c. *d.;* kirkja ou kyrkja (pl. kyrkjur), f. *i.* église, temple (Cp. *kyrka*). — Kirke-by, ou — landsby, *d.* village qui a une église, paroisse; — gaard (*i.* kirkjugarðr), cimetière; — skole, école paroissiale; — sogn, paroisse; — taarn, clocher. || Aarkirkeby, dans l'île de Bornholm (D.); Fruekirke, cathédrale de Copenhague; Hörupkirke, dans l'île d'Alsen (Sl.); Kirkebö (N.); Kirkeby (D.); Kirkenabbet, m[e], Kirkenær (N.); Kirkerup (D.); Kirkestuen, Kirkesæterne, Kirkvold (N.); Kirkjuból, Kirkjubær, Kirkjuvogr (I.).

Kjær, voy. *kær*.

Kjöb, n. *d.* achat, marché (Cp. *kaup, köp*). — Kjöbstad, bourg, petite ville. — Kjöbstadsskole, école communale. || Kjöbenhavn, Copenhague, capitale du Danemark; Kjöbmandsgade (*rue des Marchands*), rue de Trondhjem (N.).

Kjöbing, *d.* indique dans les n. de l. un bourg (v. à marché) (Cp. *köping* et *kaupangr* au mot *kaup*). || Nykjöbing (*bourg neuf*), Ringkjöbing, Rudkjöbing, Saxkjöbing, Stubbekjöbing, Æröskjöbing (D.).

Kjökken ou Kökken, n. *d.* cuisine. — Kjökkenmöddinger, pl. (*débris de cuisine*), tertres renfermant des débris de coquilles, d'arêtes de poissons, d'os rongés, d'outils de pierre, de poteries grossières, provenant de l'âge de pierre. Ces amas culinaires ont parfois, en Scandinavie, 300 mètres de longueur sur 30 à 60 mètres de largeur et 3 mètres de hauteur.

Kjöl, c. *d.* quille. En *norv.* sommet de montagne en forme de carène. || Kjölen (*s.* kölen), est le nom du faîte de m[es] entre la Suède et la Norvège.

Kjöre, *d.* aller (en voiture), faire le trajet (rouler, marcher); mener (Cp. *köra*). — Kjöre-banc, chaussée; — bro, pont pour voitures; — vej, chemin carrossable, route.

Klar, adj. *d. s.* clair, pur, limpide. || Klarelf(ven) (*la riv. claire*), affluent du lac Venern (S.).

Klaustr, voy. *kloster*.

Kleif (pl. — ar), f. *i.* faîte de rochers ou d'écueils. || Kleifar, n. de l. (I.).

Klev (pl. — er), c. *norv.*; Klif, n. *i.* rocher escarpé; failie de rocher. || Klevstue, auberge, Krogkleven, m^t, Kvanskleven, grand rocher, Langskleven, m^t, Stalheim-kleven, muraille de rochers, Læremakleven, m^t, Storklevestad, v. (N.).

Klint, c. *d.* rocher escarpé, falaise; Klint, m. *s.* cime de roc ou de montagne, petite éminence escarpée. || Högklint, la plus haute cime de l'île de Gotland (S.); Möens klint, falaises des côtes orientales de l'île Möen (D.); Romeleklint, m^t (S.); Stevns klint, falaises de la côte orientale du Själland (Seeland) (D.); Klinte, Klintehamn, n. de l. à Gotland (S.).

Klippa (pl. — por), f. *s.*; Klippe (pl. — r), c. *d.* roc, rocher; écueil. — Blinda klippor, *s.* brisants, barres. — Klippe-bæk, *d.* ruisseau de m^e; — egn, *d.* contrée rocheuse; — elv, *d.* torrent; — hule, *d.* caverne, grotte dans le roc; — klöft, *d.* crevasse de rochers; — kyst, *d.* côte rocheuse, falaise; — land, *d.* pays hérissé de rochers; — rev, *d.* récifs, brisants; — strand, *d.* côte rocheuse; — vej, *d.* chemin pratiqué dans le roc; — væg, *d.* rocher escarpé, paroi de rocher. — Klipp-holm, *s.* îlot-écueil; — massa, *s.* amas de rochers; — rev, *s.* banc de roches; — vägg, *s.* rocher escarpé, paroi de rocher.

Klit et Klitbakke, c. *d.* dune.

Klocka, f. *s.*, Klokke, c. *d.* (*i.* klukka), cloche. — Klocktorn, *s.* clocher, campanile. — Klokke-hu(u)s, skur, *d.* (*cage de cloches*), beffroi; — spir, taarn, *d.* clocher. || Klokkerstuen (N.).

Kloster, n. *d. s.*, Klaustr, Klaustur, n. *i.* couvent, monastère. (Cp. *Jomfrukloster, Munk(e)kloster*). — Klosterkirke, *d.* klosterkyrka, *s.* église conventuelle. || Bosjökloster (S.); Lugumkloster (Sl.); Skokloster, château, ancien couvent (S.); Vretakloster, ruines d'un monastère avec une belle église (S.); Skriðuklaustr (I.).

Klyfta, f. *s.*; klöft, c. *d.* fente, crevasse, abîme. — Klöftvej, *d.* chemin creux, ravin. || Bukkehulsklöft, ravin (N.).

Knab, c. *norv.* tête, cime de m^e.

Knat, c. *norv.* pic de m^e.

Knaus, c. *norv.* mamelon.

Ko (pl. koer), f. *d.*; Ko (pl. kor), f. *s.* vache. — Ko-gang, *d.* pâturage; — hage, *s.*, have, *d.*, vang, *d.* enclos de pâture, pâturage; — stald, *d.* stall, *s.* étable à vaches.

Kobbel (pl. kobler), c. *d.* enclos. || Böffel-kobbel (*enclos des buffles*), Fole-kobbel (*enclos des poulains*), Ravns-kobbel (*enclos des corbeaux*) (Sl.).

Kobber, n. *d.* cuivre (Cp. *koppar*). — Kobber-bjergværk, mine de cuivre; — grube (fosse), mine de cuivre; — hytte, forge à cuivre; — værk, mine de cuivre, usine à cuivre.

Ko(o)g (pl. koge, et köge?), c. *d.* terre d'alluvion; polder.

Koja (pl. kojor), f. *s.*; koje (pl. — r), c. *norv.* hutte, chaumière.

Kol, n. *s. i.* charbon (Cp. *kul*). — Kolare-koja, hytta, stuga, *s.* hutte de charbonnier. || Kolbotten, Kolbäck, Kolsäter, Kolslätt (S.); Kolbäckså, riv., Kollandsö, île du lac Venern (S.).

Koll, c. *norv.* cime, croupe de montagne.

Konung (pl. — ar), m. *s.* en composition Kong, Kung; Konge (pl. — r), m. *d.*; Ko-

nung(r), m. *i.* roi. — Konge-borg, *d.* château ou palais royal; — rige, *d.* royaume; — slot, *d.* palais du roi; — stad, *d.* (*ville royale*) capitale; — vej, *d.* route royale, grande route. — Kongs-gaard, *d.* château royal; — gods, *s.* bien domanial, de la couronne; — väg, *s.* route royale, grande route. — Konunga-borg, *s.* château royal; — rike, *s.* royaume; — säte, *s.* résidence royale, capitale. — Kungs-gård, *s.* bien domanial; — park, *s.* parc royal; — väg, *s.* route royale, grande route. || Konge aa (*riv. du roi*), rivière du Jutland, à la limite du Slesvig; Konge dyb, une des deux passes par lesquelles on pénètre du Sund dans la Baltique; Kongelf, Kongsbacka, port (S.); Kongsberg, v. minière (N.); Kongsten (*pierre du roi*), forteresse, Kongstuen, Kongsvinger, v. et fort, Kongsvold (voir au mot *vold*) (N.). — Kungsgrottan, célèbre grotte, Kungsgården, Kungshall, un des forts de Karlskrona, Kungshamn, Kungsholmen, un des îlots composant la ville de Stockholm, et fort défendant le chenal de Karlskrona, Kungshatt (*chapeau du roi*), île du lac Mälar, Kungshögarne (voir au mot *hög*), Kungslena, Kungsängen (*la prairie du roi*), Kungsör, résidence favorite du roi Charles XI (S.).

Koppar, m. *s.* cuivre (Cp. *kobber*). — Koppar-berg, bergverk, grufva, mine de cuivre; — hammare, forge de cuivre; — hytta, verk, usine de cuivre. || Kopparberg (S.).

Korn, n. *d. i.* grain, blé; en *s.* orge. Et en général, céréales. — Korn-ager, *d.* champ de blé, terrain propre à la culture des céréales; — egn, *d.* contrée fertile en blés; — gaard, *d.* ferme à blés; — hus, *d. s.* halle aux blés; — jörd, *i.* terre arable; — land, *d.* pays propre à la culture des céréales; — marked, *d.* marché aux grains, halle aux blés; — torg, *s.*, torv, *d.* marché aux grains; — åker, *s.* champ d'orge.

Kors, n. *d. s.* croix (Cp. *kross, kryds*). — Kors-gata, *s.* rue traversière, carrefour; — vej, *d.*, väg, *s.* carrefour, croisière de chemins. || Korsberga (S.); Korsen, Kors fjord, branche du Hardanger fjord, Korsnæs (N.); Korsnäs, phare de Korsö (S.).

Kot, n. *i.* cabane, petite ferme. || Reykjakot (I.).

Krat, n. *d.* hallier, fourré, taillis. — Kratbakke, colline couverte de broussailles. — Kratskov, hallier.

Krig, c. *d.*; n. *s.* guerre. — Krigs-hamn, *s.*, havn, *d.* port militaire; — högskola, *s.* école supérieure de guerre (à Stockholm); — skola, *s.*, skole, *d.* école militaire.

Kristian (Christian), n. pr. *d.* Nom de plusieurs rois de Danemark. || Kristiania, capitale de la Norvège; Kristianopel (S.) (fondé par Ch. IV de Danemark en 1600); Kristiansborg (Christiansborg), palais du Parlement, à Copenhague; Kristiansfeld (Sl.); Kristianshaab, colonie danoise dans le Grönland; Kristianshavn, dans l'île d'Amager (devant Copenhague); Kristiansholm, îlot faisant partie de Copenhague, et fort défendant le port de Kristiansand (N.); Kristiansund, port (N.); Kristianstad (S.), port fortifié (fondé par Ch. IV de Danemark); Kristianstæd, port, chef-lieu de l'île de Santa-Cruz des Antilles, colonie danoise; Kristiansten, citadelle de Trondhjem (N.); Kristiansö, îlot dépendant de l'île de Bornholm (D.).

Kristina, n. pr. *s.* Christine, nom d'une reine de Suède. || Kristineberg, Kristinehamn, Kristinehof (S.); Kristineholm, îlot près de Nyköping (S.); Kristinestad, port du golfe de Botnie (F.).

Kro, c. *d.*, Krohu(u)s, n. *d.*; Krog, m. *s.* auberge de village; taverne, cabaret.

Krog, c. *d.* coin, recoin: crochet, croc. || Kroghaugen (N.); Krogkleven, hauteur de Norvège; Krog Vilhøj (Sl.).

Krona (pl. — nor), f. *s.*, Krone (pl. — r), c. *d.* couronne. || Kron-egendom, gods, land, *d.* domaine de la couronne. — Krono-gods, *s.* domaine de la couronne; — hemman, *s.* terre ou ferme domaniale; — park, *s.* parc royal; — skog, *s.* forêt domaniale. — Kronværk, *d.*, kronverk, *s.* ouvrage à couronne (fortification). || Karlskrona, port et principale station navale de la Suède; Krona (N.); Kronborg, ancien château, aujourd'hui batterie de côte près d'Elseneur (D.); Krondal, auberge (N.); Krontorp, Kronobäck, Landskrona, port fortifié sur le Sund (S.); Tre Kroner (*les trois couronnes*), îlot fortifié couvrant la rade de Copenhague (D.).

Kross, m. *i.* croix, crucifix (Cp. *kors, kryds*). || Indique dans les n. de l. islandais la présence de croix élevées lors de l'introduction du christianisme : Krossá, Krossanes, Krossavík, Krossholt, etc.

Krud, Krudt, n. *d.*, krut, n. *s.* poudre (à canon). — Krudt-magasin, *d.* magasin à poudre; — mölle, *d.* poudrerie; — taarn, *d.* magasin à poudre, poudrière; — værk, *d.* poudrerie. — Krut-bruk, *s.* poudrerie; — hus, *s.* poudrière; — hvalf, *s.* magasin à poudre voûté; — magasin, *s.* magasin à poudre; — qvarn, *s.* moulin à poudre, poudrerie; — torn, *s.* magasin à poudre.

Kryds, n. *d.* croix (Cp. *kors, kross*). — Krydsvej, carrefour de chemins.

Kugg(e), m. *s.* litt. dent de roue. — Kuggholm, îlot à côtes dentelées. || Kuggbole dans les îles d'Åland (à la Russie).

Kul, n. *d.* charbon (Cp. *kol*). — Kul-brud, mine de charbon, houillère; — drift, exploitation houillère; — grube, mine, værk, houillère; — torv, marché au charbon. || Kulstadsöen (N.).

Kulle, c. *d.;* m. *s.* petite colline, monticule, butte. — Kullerstenar, pl. *s.* amas de cailloux roulés. || Bärekulle, Högkulle, Varkulle, collines (S.); Kinnekulle, Kulla, château de Kulla-Gunnarstorp (S.); Kullen ou Kullaberg, pointe de terre (S.).

Kung, voy. *Konung.*

Kur, m. *s.* cure. — Kur-anstalt, maison de santé, établissement hydrothérapique; — ort (*lieu de traitement*), station thermale, ville de bains; — sal, salle de réunion des baigneurs.

Kust (pl. — er), f. *s.* côte, littoral, plage (Cp. *kyst*). — Kust-land, littoral, pays côtier; — provins, province maritime; — sträcka, partie d'une côte, côte; — trakt, région côtière.

Kv..... Pour les mots suédois, voy. *Qv.....*

Kvarter (pl. — er), n. *d.* quartier (de ville) (Cp. *qvarter*).

Kve, c. *norv.* parc, enclos.

Kvisle, c. *norv.* branche d'une rivière.

Kvæg, n. *d.* (collectif), le bétail, les bestiaux. — Kvæg-fold, parc, enclos; — hytte, hangar, abri pour les bestiaux; — stald, étable; — torv, marché au bétail.

Kvæld (pl. —), n. *d.* source (Cp. *væld*).

Kværn (pl. — e), c. *norv.* et Kværnbrug, n. *norv.* moulin (Cp. *qvarn*).

Kyrka (pl. — kor), f. *s.* église, temple (Cp. *kirke*). — Kyrk(o)by, village à église, paroisse. — Kirko-gods, hemman, bien ecclésiastique; — gård, cimetière. — Kyrksocken, paroisse, cure. — Kyrktorn, clocher. || Storkyrkan, la *grande église* où sont couronnés les rois de Suède, à Stockholm. — Botkyrka, Bränkyrka, Kyrkeby, Kyrkvik, station balnéaire, Lillkyrka (S.).

Kyst (pl. — er), c. *d.* côte, rivage de la mer (Cp. *kust*). — Kyst-batteri, batterie de côte; — flod, fleuve côtier; — fyr, phare; — land, littoral; — rev, récif côtier; — stad, ville maritime; — telegraf, sémaphore; — værn, fortifications maritimes, ouvrages de défense des côtes.

Kåta, f. *s.* Nom que les Suédois donnent aux yourtes (huttes) des Lapons.

Källa (pl. — lor), f. *s.* source (Cp. *kelda*). — Käll-språng, fontaine jaillissante, source d'eau vive; — vatten, eau de source, eau vive; — åder, veine d'eau, source. || Dykälla, Källvik, station thermale (S.).

Kæmpe (pl. — r), m. *d.* héros, géant. — Kæmpe-dysse, dolmen, tumulus; — grav (*tombeau de géant*), dolmen; — höj, tumulus.

Känningsbåk (pl. — ar), m. *s.* phare, fanal.

Kær et Kjær (pl. —), n. *d.;* Kärr (pl. —), n. *s.* marécage, marais, étang. En *norv.* fourré (*i.* kjarr, pl. kjörr, broussailles). — Kærmose, *d.* tourbière. — Kärraktig, *s.* marécageux. — Kärrbotten, *s.* sol marécageux. — Kärrpuss, *s.* mare, fondrière. || Blödekjær (N.); Kjær, dans l'île d'Alsen (Sl.); Kjærby (D.); Kärrgrufvan (S.).

Kökken, voy. *Kjökken.*

Köp, n. *s.* marché, achat (Cp. *kaup* et *kjöb*). — Köpman, marchand. — Köpqvarter, quartier commerçant (d'une ville). — Köpstad, ville de commerce. || Köpmannabro (S.).

Köping, m. *s.* bourg (où se tient un marché), bourgade (Cp. *kjöbing*). || Enköping, Falköping, Jönköping, principal port du lac Vettern, Köping, Lidköping, Linköping, Malmköping, Norrköping, Nyköping, Söderköping (S.).

Köra, *s.* mener, conduire, voiturer (Cp. *kjöre*). — Kör-bana, chaussée; — bar, carrossable, praticable; — väg, chemin de charroi.

L

Lade, *d.* charger. — Ladeplats, ville d'entrepôt. — Ladested, embarcadère, débarcadère.

Lada, f. *s.;* Lade, c. *d.* et Ladehu(u)s, n. *d.* grange, grenier à foin. — Ladegaard, *d.* bâtiments d'exploitation; ferme; à Copenhague, maison de travail. — Ladugård, *s.* basse-cour; métairie. || Ladegaards, presqu'île près de Kristiania (N.); Ladugårdsgärde, le Champ de Mars de Stockholm; Ladugårdslandet, la partie de Stockholm à l'O. et au N.-O. du quartier de Norrmalm.

Laftebygning, c. *norv.* maison faite de troncs d'arbres superposés.

Lagthing, n. *d.* Chambre haute de Norvège (Cp. *Storthing*).

Lam, n. *d.;* Lamb, n. *i.;* Lamm, n. *s.* agneau. — Lambahús, *i.* hangar à agneaux. — Lamhave, *d.* enclos pour agneaux.

Land, n. *sc.* (pl. *d.* lande; pl. *i.* lönd; pl. *s.* länder), terre, champ, campagne (les champs); pays, contrée; en *isl.* aussi rivage, plage.

En composition : 1° Land-bygning, *d.* bâtiment rural; — distrikt, *d.* district, canton; — gangs-bro, gangs-sted, *d.*, et gangs-brygge, *norv.* débarcadère; — grund, *d.* grève, plage; — grænse, *d.* frontière de terre; — huk, *d.* pointe de terre; — hu(u)s, *d.* maison rurale, maison de campagne, villa; — höjd, *s.* éminence de terre, plateau; — indvinding, *d.* endiguement (terre conquise sur la mer); — kaart, ou kort, *d.*, karta, *s.* carte géographique; — märke, *s.* amer; — mærker, pl. *d.* amers (signaux élevés sur la côte pour servir de point de repère aux marins); — norðr, *i.* (le) Nord-Est; — pynt, *d.* pointe de terre, cap; — ryg, *d.* rygg, *s.* chaîne de hauteurs ou de collines; — skab, *d.*, skap, *s.* province, région; — spids, *d.* pointe de terre; — stad, *d.* ville de l'intérieur (non côtière); — sted, *d.* maison de campagne, villa, château; — strimmel, *d.* isthme; — sträcka ou streck, *s.*, strækning, *d.* étendue de pays, contrée; — strög, *d.* contrée, région, plage; — suðr, *i.* (le) Sud-Est; — sæde, *d.*, säte, *s.* maison de campagne, terre, château; — tange, *d.* isthme;

— tunga, *s.*, tunge, *d.* langue de terre (abusivement aussi pour *landtange,* isthme); — vidd, *s.* étendue de pays, territoire.

2° Landar-eign, *i.* propriété, bien, domaine (terre, champs, pâturages).

3° Lande-mærke, *d.* limite d'un pays, frontière, marche; — vej, *d.* route, chaussée. (Voy. ci-dessous le mot *landa, lande.*)

4° Lands-by, *d.* village, hameau; — bygd, *s.* campagne, champs, province; — del, *d. s.* partie d'un pays, province; — egn, *d.* contrée; — församling, *s.* paroisse de campagne; — kyrka, *s.* église de village; — ort, *s.* district rural, province; — thing, *d.* assemblée populaire provinciale, diète; — tunga, *i.* langue de terre; — udde, *s.* pointe de terre, cap; — väg, *s.* grande route, chaussée.

5° Landt-bruks akademi, bruks institut, *s.* institut agronomique, ferme-école; — bruksskola, *s.* école d'agriculture; — dag, *s.* diète, assemblée des États provinciaux; — distrikt, *s.* district rural; — egendom, gods, *s.*, terre, propriété rurale ; — gård, hus, *s.* maison de campagne; — kyrka, *s.* (voy. *Landskyrka*); — rygg, *s.* (voy. *landrygg*); — ställe, *s.* maison de campagne, villa; — udde, *s.* pointe de terre, promontoire. || Dans les n. de l., *land* indique : 1° des pays, des provinces, des districts, des îles. — *En Danemark :* Grönland (pays vert), le Grönland colonisé par les Danois; Jydland ou Jylland, le Jutland; Laaland, une des îles danoises; Langeland, île; Sjælland (Seeland), l'île danoise qui renferme Copenhague; Thyland, territoire insulaire à l'O. du Jutland. — *En Norvège :* Jomfruland, îlot; Nordland, partie septentrionale de la Norvège. — *En Suède :* Götaland (Gothie), partie méridionale de la Suède; Gotland, île de la Baltique; Jemtland, un des län (préfectures); Lappland, Laponie (suédoise); Norrland, partie septentrionale de la Suède ; Öland, île; Skaftöland, île. Et les anciennes provinces ou divisions de la Suède : Dalsland (Dalie), Gestrikland, Halland, Helsingland, Småland, Södermanland, Upland, Vermeland, Vertmanland, Ångermanland. — En *Finlande* (à la Russie) : Finland (*pays des Finnois*), la Finlande, Högland (île du golfe de Finlande), Lemland et Lumbarland, deux îles de l'archipel d'Åland, Nyland, partie de la Finlande. — En *Islande :* Ísland, l'Islande. — 2° Noms de villes ou villages : En *Norvège :* Aurland, Fosland, Landvig, Langeland, Refsland. — En *Suède :* Landeryd, Landskrona, port fortifié, Thorslanda, le phare de Landsort.

Landa, *s.* lande, *d.* aborder, débarquer. — Landeplads, landested ou landningssted, *d.*, landningplats, landningställe, *s.* lieu de débarquement ou d'atterrissage.

Lang, adj. *d.;* langr, löng, langt, *i.* long (Cp. *lång*). || Langanes, cap, Langavatn, lac (I.); Langedal, vallée (N.); Langeland, île du Danemark et v. de Norvège; Langelinie, chaussée-promenade bordant la mer à Copenhague; Langesund (N.); Langfjelde, chaîne de m[es] (N.); Lang-fjord, fjord (N.); Lang-jökull, vaste glacier du centre de l'Islande; Langlete (N.); Langmansholm, fort défendant le port de Kristiansand, Langkleven, m[e], Langvik, Langö, île (N.).

Lapp, m. *s.* Lapon. — Lappkåta, yourte, hutte ou tente de Lapon. — Lappland, Lappmark, Laponie.

Lasta, *s.* charger. — Lastageplats, lastbrygga, embarcadère, débarcadère.

Láttr, m. *i.* place où les phoques et les baleines déposent leurs petits. || Se rencontre dans les n. de l. islandais : Látr, Látra-bjarg, Látraheidr.

Laug (pl. — ar), f. *i.* (litt. *bain*). En Islande, principalement source thermale, réservoir naturel d'eau chaude provenant de geysers qui ne sont plus en activité. || Fréquent dans les n. de l. de l'Islande : Laugaland, Laugafell; Laugar, Laugará, Laugardalr (nom d'un bær); Laugardælir, n. de l. sur un lac de même nom;

Laugarvatn, lac dont la rive est entourée de sources thermales intermittentes; Laugarvellir (I.).

Lav (a long), adj. *d.*, bas, peu élevé, peu profond (Cp. *lág*). — Lav-drag, *d.* vallée; — land, lænde, *norv.* terre basse.

Lax, m. *sc.* saumon. || Fréquent dans les n. de l. : Laxá, n. de plusieurs riv. d'Islande; Laxár-dalr (*vallée de la riv. des saumons*), vallée (I.); Laxholm, îlot de la riv. Motala, à Norrköping, Laxsjö (*lac des saumons*), lac, Laxå, n. de l. (S.).

Led, n. *d. s.* fermeture, barrière. — Ledhu(u)s, Ledhytte, *d.* maisonnette de garde-barrière.

Leden, pl. *d.* détroits entre les îles, par exemple du Skjærgaard (N.).

Le(e)r, n. *d.*; ler, n. *s.* et lera f. *s.*; leirr, m. *i.* argile, glaise, limon. — Ler-agtig, *d.*, aktig ou haltig, *s.* argileux, glaiseux; — bund, *d.* terrain argileux; — grop, *s.* glaisière, fosse d'argile; — jord, *s.* terre glaise; — koja, *s.* hutte en pisé (terre et paille); — mergel, *s.* marne argileuse. || Leirá (*riv. bourbeuse*) (I.); Leirdal, vallée, Leirhö, pic de m^e^, Leirungskamp, m^t^, Leir vand, lac, Lerfos, cascade (N.); Lerhamn (S.); Lervik, capitale de Mainland, la plus grande des îles Shetland (à l'Angleterre).

Leið, f. *i.* chemin, voie. — Leiðar-sund, passage. — Leið signifie aussi le *meeting* où l'on publiait autrefois les derniers actes de l'Althing, d'où le n. de l. Leiðvöllr (*champ du meeting*) (I.).

Lejr, c. *d.* camp. — Lejrsted, lieu de campement. || Lejrskov (J.).

Li, c. *norv.*; lid, lide, c. *d.*, côte, versant, pente de montagne (Cp. *hlíð*). En suédois, lid = colline. || Bandagslid, Brunlid, Garlid, Græslid, Haukelid (*côte des faucons*), ferme (N.); öfre et nedre Lidefors, Lidköping (S.).

Liden (n. lidet, lidt; pl. smaa), adj. *d.*; liten (n. litet; pl. små), *s.*; lítill, lítil, lítið, *i.* petit. La forme définie (voy. Introduction, § 5) est lille en *d.*, lille, lilla en *s.* (opposés à store, stora, grand). || Lilla (et stora) Alfhem, domaines, Lilla Edet, Lilla (et stora) Essingen, îlots, Lilla Värtan, bras de mer devant Stockholm (S.); Lilla-öster-Svartö (*petite île noire de l'E.*), une des îles dont se compose le port fortifié de Sveaborg (F.); Lille Bælt, le Petit-Belt, détroit entre l'île de Fyen (Fionie) et le Jutland (D.); Lille Dimon, îlot du groupe des Färöer (au Danemark); Lille Elvedal, Lillefloren, Lillehammer, Lillehove (N.); Lillemölle (*petit moulin*) (Sl.); Lilleröd (D.); Lillesand (N.); Lillesjödal, Lilleskog (S.); Lilleström, station de jonction internationale sur le chemin de fer de Kristiania (N.) à Stockholm (S.); Lillestuen (N.); Lillö, château (S.); Magleby lille (et Store Magleby) (D.); Målilla (S.).

Lim, n. *i.* branches, rameaux, ramifications. || De là (ou du mot suivant?), Limfjord, fj. du Jutland, à nombreuses ramifications.

Lim, n. *s.*; li(i)m, c. *d.*; lím, n. *i.* colle (forte), glu. En vieux norse et jutlandais aussi chaux. — Limsten, *s.* pierre à chaux. || Stora Limugnen, promenade de Jönköping (sur le Munksjö) (S.).

Lind, c. *d.*; f. *s.* et *i.* tilleul. || Linde, Lindefors (S.); Linderud, Lindesnæs, cap (N.); Lindfors, Lindholm(en), domaine où est né Gustave Vasa, Lindås (S.).

Ljung, m. *s.* bruyère (plante) (Cp. *lyng*). — Ljung-hed, mark, mo, bruyère, espace couvert de bruyères. || Herrljunga, Ljung, Ljungby, Ljunghem, Ljungskile, Trolle-Ljungby, domaine seigneurial (S.).

Lods (o long), m. *d.*; lots, m. *s.* pilote côtier. — Lodsdistrikt, *d.* lotsdistrikt, *s.* arrondissement de pilotage. — Lodsmærke, *d.* amer, balise.

Lossa, *s.*; losse, *d.* décharger. — Losseplads, lossested, *d.*; lossingsplats, *s.* lieu de débarquement, débarcadère.

Lund (pl. — e), c. *d.*[1]; lund (pl. — ar) m. *s.;* lund(r), m. *i.* petit bois, bosquet, bocage; futaie (Cp. *skog, skov*). || Björnlunda (S.): Charlottenlund, parc de Copenhague (D.); Dybböllund (Sl.); Fagerlund, Frydenlund (N.); Himmelstalund, station thermale, Karlslund (S.); Kidskelund, Kollund (Sl.); Lagerlunda, Lummelund, dans l'île de Gotland, Lund, Lundby (S.); Lundarbrekka (I.); Lunde (-i-Sogne) et Lunde (-i-Holt), Lundemo, Lunden (N.); Lundesogna elv, riv. (N.); Lundr (I.); Lundsbrunn, station thermale, Marielund, Rosenlund (S. et D.); Oxlund (J.); Studentenlund(en) (*le bois des étudiants*), promenade de Kristiania (N.).

Lust, m. ou f. *s.;* lyst, c. *d.,* plaisir, délices. — Lust-gård, trägård, *s.* jardin de plaisance ou d'agrément; — hus, pavillon de jardin, tonnelle; — park, parc; — slott, château de plaisance. — Lyst-gaard, *d.* villa: — have, jardin d'agrément; — hu(u)s, berceau de verdure, tonnelle; — skov, parc, bois; — slot, château de plaisance; — sted, maison de campagne: — vej, allée de promenade. || Gustafslust (S.); Holgerslyst, cottage, Lysthuus (N.); Marielyst, station de bains de mer, près de Helsingör (D.).

Lycka, f. *s.;* lykke et lökke, n. *d.* clos, enclos; *norv.* villa.

Lyng, c. *d.;* n. *i.* bruyère (plante) (Cp. *ljung*). — Lyng-bakke, *d.* colline couverte de bruyères: — græsning, *d.* pâturage des landes; — hede, *d.,* mark (*norv.*), mo, *d.* bruyère, espace couvert de bruyères; — mose, *d.* tourbière couverte de bruyères. || Lyngby (Lille et Store) (D.); Lyngdal, vallée, Lyngdals elv, riv., Lynge vand, lac, Lyngen fjord, baie, Lyngholmen, v. (N.).

Låg et låglänt, adj. *s.;* lág(r), *i.* bas, peu élevé (Cp. *lav*). — Lågland, contrée basse. — Lågmark, terrain bas.

Lång, adj. *s.* long (Cp. *lang*). — Långgrund, adj. *s.* en pente douce (d'un rivage sous-marin). — Långstrand, rivage dont le bas-fond s'étend loin. || Långed, Långhalsen, îlot, Långholm, îlot à Stockholm (S.); Långholm, île (F.); Långörn, une des îles dont se compose le port fortifié de Sveaborg (F.); Mörbylånga, Ralången, lac (S.).

Læk(r) ou Lœk(r) (pl. lækir), m. *i.* ruisseau. En composition on emploie le génitif *lækjar:* Lækjar fall, ruisseau torrentueux; lækjarfar, lækjarvegr, lit de ruisseau; lækjaróss, embouchure de ruisseau. || Fýlilœkr (*ruisseau puant*), nom de plusieurs cours d'eau d'Islande exhalant des vapeurs sulfureuses; Silfra lœkr (*ruisseau d'argent*), Varmi lækr (*ruisseau chaud*), rivières (I.).

Län (pl. —), n. *s.* département. La Suède est actuellement divisée en 24 län. Le Göta Rike (Gothie), la partie méridionale de la Suède, en renferme 12; le Svea Rike (renfermant Stockholm) en contient 7, et le Norrland avec le Lappland (Laponie suédoise), 5.

Lænde, n. *norv.* terrain (Cp. *land*).

Längd, m. *s.;* længde, c. *d.* longueur; longitude. — Længde-dal, *d.* vallée longitudinale. — Längd(e)grad, *s.,* længdegrad, *d.* degré de longitude.

Löf, n. *s.;* Löv, n. *d.* feuille. — Löfgång, *s.,* lövgang, *d.* allée de verdure, berceau de feuillage. — Löfhydda, *s.* lövhytte, *d.* löfsal, *s.,* lövsal, *d.* tonnelle, berceau de verdure. — Löfskog, *s.,* lövskov, *d.* forêt d'arbres à feuilles caduques (Cp. *barrskog*). — Löfträd, *s.,* lövtræ, *d.* arbre à feuilles caduques. || Balingslöf, Eslöf, Everlöf, Gualöf, Löfgrund, île, Löfvestad, Löfvik (S.).

Lœkr, voy. *lækr.*

Lökke, voy. *lykke* au mot *lycka.*

Löt (pl. — ar), m. *s.* pâturage, pâtis entouré de palissades.

Löv, voy. *löf.*

1. De là viennent les noms de La Londe et de Faguillonde, en Normandie.

M

Malm (pl. — ar), m. *s.* faubourg. || Norr- et Söder-Malm, nom de deux grands quartiers de Stockholm (S.).

Malm, c. *d.;* m. *s.* minerai. — Malm-berg, *s.* m^e^ métallifère; — brott, *s.,* brud, *d.,* grube, *d.,* grufva, *s.,* mine, minière; — fjæld, *d.* m^e^ métallifère; — fält, *s.* région minière. || Malmangernuter, m^ts^ (N.); Malmbäck, Malmköping, Malmslätt, Malmö, port, Malmöhus, château, Malmön (S.).

Malström, c. *d.* tourbillon de mer, gouffre, tournant d'eau. || Malström (aussi appelé Mosköström), redoutable tournant sur la côte N.-O. de la Norvège.

Man, m. *s.;* mand, m. *d.* homme. En islandais mađ(r), anciennement mann(r), en composition *manna....* || Almannagjá (*cluse de tous hommes*), grande crevasse près du lac de Thingvalla où le peuple islandais s'assemblait autrefois; Langmansholm, un des forts défendant le port de Kristiansand (N.); Vestmanland, ancienne province de Suède; Vestmannaeyjar (*îles des hommes de l'Ouest* [1]), groupe d'îles volcaniques sur la côte sud de l'Islande.

Mar, *s.* En composition petit, bas. — Marbakke, *norv.* banc de sable, bas-fond; — Marskog, *s.* bois d'arbres nains, taillis, broussailles. || Marstrand (*côte basse*), v. de Suède.

Maria, Marie, f. *d. s.,* María, *i.,* n. pr. Marie. — Mariekirke, *d.* église de Notre-Dame. — Markekloster, *d.* couvent de Notre-Dame. || Marieberg, Marieborg, Mariedal, villa, Mariedam, Mariefred, Marieholm, Marieland (S.); Maridalen, Maridalsvand, petit lac (N.).

Marineværft, n. *d.* arsenal maritime.

Mark, *sc.* (c. *d.* pl. — er; m. *s.;* n. *i.,* pl. mörk). 1° (*d. s.*) champ, terrain, campagne. — Mark-dige, *d.* digue autour d'un champ; — grænse, *d.* limite ou borne d'un champ; — gröft, *d.* fossé délimitant un champ; — hegn, *d.* haie autour d'un champ; — led, *d.* barrière; — skjel, *d.* borne, limite de champ; —stette, *d.* plaine, campagne; — sti, *d.* sentier, chemin de traverse. || Breiđamark, glacier (I.); Blans Östermark (Sl.); Flatmark (N.); Gammelmark (Sl.); Hedemarken (*champ de bruyères*), belle et riche vallée et nom d'un bailliage (N.); Mölmark (Sl.); Nordmark (S.); Ulkeböl Nörremark, dans l'île d'Alsen (Sl.).

2° (*sc.*) Marche, frontière de pays. || Danmark, le Danemark; Finmark(en), la Laponie norvégienne, un des deux bailliages du Norrland; Lapmark(en), la Laponie suédoise, ancienne province du Norrland; Tellemarken, province de Norvège.

3° (*i.*) En composition, forestier, boisé (voy. *mörk*). — D'où Markvej, *norv.* chemin de m^e^ ou de forêt, et Markegaard, *norv.* ferme de m^e^.

Marked, n. *d.* marknad, f. *s.* foire, marché. — Markedplads, *d.,* marknadeplats, *s.* place du marché, champ de foire.

Mar(r), m. *i.* mer. || Mar-bæli, nom d'une ferme près de la mer (I.).

Marsk, c. *d.* pays bas et marécageux. — Marskbund, terrain marécageux. — Marskegn, Marskland, pays marécageux.

Mejeri, n. et Mejerigaard, c. *d.* vacherie, métairie.

Me(e)l, n. *d.* farine. — Melmölle, *d.* moulin (à farine).

Melk, voy. *mælk.*

Mellan, *s.* (employé seulement en composition pour la préposition *emellan,* entre, au milieu de) mitoyen, central (Cp. *mellem*). — Mellan-byggnad, bygning, bâti-

1 C'est-à-dire des criminels irlandais qui vinrent se réfugier là après le meurtre de Leifr dans les premiers temps de la colonisation de l'Islande.

ment intermédiaire ; — gård, cour du milieu, ferme, maison entre deux autres ; — gärde, haie mitoyenne ; — riksbana, chemin de fer international.

Mellem, prép. *d.* entre, au milieu de. En composition mitoyen, central (Cp. *mellan*). — Mellem-dige, digue, levée mitoyenne ; — gaard, cour mitoyenne ; — gade, rue transversale ; — grænse, frontière ; — havn, entrepôt maritime ; — hegn, haie (clôture) mitoyenne ; — skov, taillis sous futaie.

Merki, n. *i.* limite, borne.

Mid, n. *i.*, midt, m. *s.*, midte, c. *d.* milieu, centre. — Midt, adv. *d. s.* au milieu de. — Midtström, *d.* courant central. || Midtland (N.) ; Midtlandet, le pays plat dans l'intérieur de l'île d'Öland (S.) ; Midtsund, Midtsæter, Midtvedt (N.).

Mi(i)l (pl. mile), c. *d.* ; mil (pl. — ar), f. *s.* ; míla, n. *i.* mille (mesure itinéraire), lieue. — Mile-pæl, *d.* pierre ou borne milliaire, poteau kilométrique ; — sten, *d. s.* borne milliaire ; — stolpe, *s.*, stötte, *d.* colonne milliaire.

Mina (pl. — nor), f. *s.* ; mine (pl. — r), c. *d.* mine, minière.

Minde, n. *d.* embouchure, estuaire (Cp. *minni, munding, mynning et nyminde*). || Almind (Sl.) ; Kerteminde (D.) ; Sankt-Egedesminde, colonie danoise du Grönland, ainsi nommée en l'honneur du missionnaire danois Egede qui fonda Godthaab sur la côte O. du Grönland ; Thorsminde (*bouche du dieu Thor*) ou peut-être mieux *Torsminde* (*bouche des morues*), passage dangereux faisant communiquer le Nissum fjord avec la mer, sur la côte O. du Jutland.

Mineral, n. *s.* minéral. — Mineralkälla, source minérale, thermale.

Minni, Mynni, n. *i.* embouchure (Cp. *minde*).

Mjölk, f. *s.* lait (Cp. *mælk*). — Mjölkkammare, laiterie.

Mo (pl. — ar), f. *s.* ; mo, c. *norv.* lande, bruyère. || Mo, lac, Moe elv, riv., Moen (N.) ; Mofalla, Moheda, Moholm (S.) ; Moland, Mælandsmo, Næsmoen, Toftemoen, Ubergmoen (N.).

Moder, f. *s.* mère. — Moderförsamling, paroisse. — Moderkyrka, église paroissiale.

Mor, c. *d.* ; mó(r), m. *i.* marais, marécage (Cp. *myr*). En Islande mór signifie aussi tourbe (à brûler). — Moreng, *d.* prairie marécageuse. — Morgrund, *d.* sol marécageux.

Morads, n. *d.* ; moras, n. *s.* marais, marécage ; bourbier, mare. — Moradshul, *d.* bourbier, fondrière.

Mos, n. *d.* ; mose, c. *norv.* ; mossa, f. *s.* mousse. — Moseng, *norv.* prairie couverte de mousse. — Mosmark, *norv.* champ de mousse. || Mosby (N.).

Mose, c. *d.* ; mosse, m. *s.* marais, marécage, terrain marécageux. — Moseagtig, *d.* marécageux. — Mose-bund, grund, *d.*, sol marécageux ; — hul, *d.* fondrière ; — land, *d.* pays de marécage ; — pyt, *d.* étang dans un terrain marécageux. || Mosebacke, terrasse d'où l'on domine Stockholm (S.) ; Mossebö, Mossviken petit port (N.).

Mulbete, n. *s.* pacage, pâturage.

Múli, m. *i.* rocher s'avançant entre deux vallées ou deux fjords. — Fjalls-múli, pointe de m[e]. || Fréquent dans les n. de l. de l'Islande : Múli, Múla-fjall, Múla-eyjar, þingmúli. D'où probablement aussi le nom de l'île de Mull, une des Hébrides (à l'Angleterre).

Munding, c. *d.* ; mynning, f. *s.* embouchure, estuaire (Cp. *minde*).

Munk (pl. — e), m. *d.* ; munk (pl. — ar), m. *s.* ; múnk(r) et múk(r), m. *i.* moine. — Munkekloster, *d.*, Munkkloster, *s.*, Múnka klaustr, *i.* couvent de moines, monastère. || Munkbo (S.) ; Munkebo (D.) ; Munkeboda, ancien château fort, Munkedal (S.) ; Munkholm (*îlot des moines*), rocher isolé dans la rade de Trondhjem portant une tour fortifiée (autrefois monastère) (N.) ; Munksjön (*le lac des moines*), lac, Munktorp (S.).

Mur (pl. — ar), m. *s.;* mu(u)r (pl. mure), c. *d.;* múr(r), m. *i.* mur, muraille, enceinte. — Murby, *norv.* ville de maisons en briques. — Murvold, *d.* rempart revêtu en maçonnerie.

Mynni, voy. *minni.*

Mynning, *s.,* voy. à *munding.*

Myr, Myre, c. *norv.;* myra (pl. — ror), f. *s.;* mýri (pl. mýrar), f. *i.* marais, marécage, tourbière (Cp. *mor*). — Mýrarsund, *i.* bande de marais entre deux collines. — Myrlændt, adj. *norv.* marécageux, rempli de fondrières. — Myräng, *s.* prairie basse et humide. || Leirungsmyr, marais, Myrdalsvand, lac, Myrskaret (N.); Mýrar, Rauđamýrr (I.).

Myrk(r), *i.,* voy. au mot *mörk.*

Mæl, c. *norv.* falaise.

Mælk, melk, c. *d.* lait (Cp. *mjölk*). — Mælk-forpagtning, ferme pour l'exploitation des bêtes à cornes. — Mælkstue, laiterie.

Mærke, n. *d.;* märke, n. *s.* marque, signe, indication. — Mærkepæl, *d.* poteau indicateur.

Mölle, c. *d.* moulin (Cp. *qvarn* et *kværn*). — Mölle-aa, bæk, grav, bief, canal de moulin; — bakke, colline surmontée d'un moulin; — dam, étang de retenue d'un moulin; — dige, dæmning, barrage de moulin; — sluse, écluse de moulin; — sö, étang de moulin. || Lillemölle (Sl.).

Mörk, adj. *d. s.;* myrkr, myrk, myrkt, *i.* obscur, sombre. || Myrká (I.); Mörkö (*île sombre*) (S.); Mörkfos, cascade (N.).

N

Nedre, adj. *d. s.* (*i.* neđri) bas, inférieur (opposé à *öfre, övre*). || Nederby (J.); Neder Kalix (S.); Nedre Aasören, Nedre Sandven, Nedre Stedje, ferme, Nedre Vasenden (N.).

Nes, *i.,* voy. au mot *næs.*

Njarg (njarga), *norv.* presqu'île dentelée. || Kjorgosk njarg, presqu'île renfermant le cap Kinerodde(n), la saillie la plus septentrionale du *continent* d'Europe; Spirte njarg(a) et Varjag njarg(a), presqu'îles au N. de la Norvège.

Nor, n. *d.* étang salé : Korsör nor, Lindelse nor, etc. (D.).

Nord, norr (en composition aussi Nordan), m. *s.;* Nord, m. et n. *d.;* norđ(r), norđúr, *i.* Nord. — Nordisk, adj. *d. s.* du Nord, nordique, scandinave (de tre nordiske Riger, *d.* les trois royaumes scandinaves). — Nordlig, adj. *d. s.* septentrional, boréal. — Nord-land, *d.* terre boréale; — li, *norv.* versant exposé au Nord; — mand (et Normand) *d.,* Norrman, *s.* Norvégien; — ost, *s.* öst, *d.* Nord-Est; — ostlig, *s.* östlig, *d.* du N.-E.; — pol, *d. s.* pôle Nord; — vest, *d. s.* Nord-Ouest; — vestlig, *d. s.* du N.-O. || Nordborg, dans l'île d'Alsen (Sl.); Nordenbro (D.); Nordfjord, district (N.); Nordkap, le cap Nord dans l'île de Magerö (N.); Nordland ou Norrland, partie septentrionale de la Norvège; Nordmark (S.); Norđrá (*riv. du N.*), riv. (I.); Nordsjö(n), *s.;* Nordsö(en), *d.* la mer du Nord. — Nordenfjæld, le pays au nord des m^ts Dofrines, une des trois grandes divisions de la Norvège (Cp. *Nordland* et *Sönderfjæld*). — Norberg (S.); Norrbotten (la Botnie septentrionale), ancienne province (S.); Norrbärke, Norrfjärd, fjord du lac Mälar, Norrköping, grande ville manufacturière (S.); Norrland, une des trois grandes divisions de la Suède (Cp. Göta- et Svea-Rike au mot *Rike*); Norrmalm, grand quartier de Stockholm (S.).

Nordre, *d.* norra, norre, *s.* septentrional (Cp. *nörre*). || Norderhoug (N.); Norderö (*île

du N.), un des six districts des îles Färöer; nordre Trondhjem, une des vingt préfectures (Amter) de la Norvège; Norra (et Södra) Håkenbol, Norregård (S.).

Norge, n. *d. s.* Norvège. — Norrsk, *s.,* norsk, *d.* norvégien.

Núp(r), Gnúp(r), m. *i.* pic, sommet, cime. || Fréquent en n. de l. : Elfrinúpr, Stórinúpr; Gnúpr, Gnúpar, fermes (I.).

Nut, c. *norv.* cime, croupe de m[e]. || Fondalsnut, m[t], Jordalsnut, gigantesque rocher nu, en cône tronqué de 1,100 mètres de hauteur, Malmangernuter, m[ts], Sauenuten (*le m[t] des brebis*), Selsnut, m[t], Thorsnuten, m[t] (N.).

Ny, adj. *d. s.* (n. *d.* nyt; *s.* nytt); nýr, ný́a, nýtt, *i.* nouveau, neuf, moderne. — Nybrytning ou plog. *s.,* land, *d.* terre nouvellement défrichée. || Nyå Skottorp (S.); Nyborg (N.), et port fortifié dans l'île de Fyen (Fionie) (D.); Nybro, Nyby (S.); Nybær (I.); glacier de Nygaard (N.); Nygård, Nyhamn, Nyholm (S.); Nyholm, un des îlots de Copenhague (D.); Nyhyttan (S.); Nykarleby (F.); Nykjöbing, chef-lieu de l'île de Falster (D.); Nykroppa, Nyköping (S.); Nyland, province de Finlande; Nypladsen (N.); Nyslott (F.); Nystad, port de l'archipel d'Åbo (F.); Nysted (D. et N.); Nystölen, Nystuen, refuge dans le Fille fjeld, Nysæters (N.).

Nyk(r), m. *i.* fabuleux lutin des eaux, apparaissant sous forme de cheval marin. — De là, les *nyker,* nom générique d'îlots pointus et dentelés des îles Lofoten et Vester-Aalen, habités par des multitudes d'oiseaux : Hernyken, Trenyken, etc. (N.).

Nyminde, n. *d.* nouvelle bouche. On donne ce nom aux bouches qui s'ouvrent de temps en temps sur le littoral occidental du Jutland par la pression des eaux de la mer pendant les tempêtes (D.) (Cp. *minde*).

Näs (pl. —), n. *s.;* næs (pl. —), n. *d.* nes, n. *i.* pointe de terre; cap, promontoire (de näsa, *s.* næse, *d.* nez) [1]. || Très fréquent dans les noms de lieux scandinaves : 1° *Caps :* Banknæs, Lindesnæs, etc. (N.); Reykjanes (*cap de la fumée*), Siglunes (*cap du mât*) (I.); Venersnäs, dans le lac Venern (S.). — 2° *Presqu'îles :* Fuglenæs (*pointe des oiseaux*) (N.); Skäggenäs, Sotenäs, Stångenäs (S.). — 3° *Noms de lieux* (villes, villages...) : Adelsnäs, château, Almnäs, Björknäs, Korsnäs, Näs, Nynäs, Näsbo, château, Näsby, domaine (S.); Næsby (D.); Näsbyholm (S.); Næsbyholm (D.); Näset, Näshulta, Nässundet, Nässjö, Strengnäs, Säfsnäs (S.). — Alfarnæs, Finsnæs, Nedenæs, une des vingt préfectures (Amter), Næs, Næsmoen, Odnæs, Saltnæs, Skjelnæs, Veblungsnæs, port, Vestnæs, Örsnæs, place de pêcherie dans les îles Lofoten (N.). — Langanes, Norðnes, Suðrnes (I.).

Nörre, adj. *d.* (surtout en composition) septentrional (Cp. *nordre*). || Nörre Fælled, à Copenhague (voy. *fælled*); Nörre-Jylland, le Jutland septentrional, Nörrevoldgade, rue du rempart du Nord, à Copenhague (D.).

O

Odde, c. *d.;* oddi, m. *i.* pointe ou langue de terre; cap, promontoire (Cp. *udd*). || Kinerodde(n), le cap qui forme la saillie la plus septentrionale du *continent* de l'Europe (N.); Knivskjærodde, pointe basse de l'île de Magerö, près du cap Nord, la plus septentrionale de l'Europe (N.); Lofotodde, cap dans les îles Lofoten (N.); Odberg, Odde, Oddenæs, Odnæs (N.); Oddi (I.).

Odel, c. *d.* bien allodial. — Odelsthing, n. (voy. à *Storthing*).

Odin, *d.;* Oden, *s.;* Óðinn, *i.* Odin, le dieu suprême de la mythologie scandinave (Wodan des Allemands et des Anglo-Saxons), d'où Odensee (autrefois *Óðins-vé,* sanctuaire d'Odin), chef-lieu de l'île de Fyen (Fionie) (D.).

1. C'est par l'influence des Normands que certains caps du Nord de la France ont pris le nom de nez : Le nez d'Antifer, le cap Blanc nez, le cap Gris nez.....

Omraade, n. *d.;* område, n. *s.* territoire, ressort, circonscription.

Op, adv. *d.* en haut (Cp. *upp*). || Opdal, vallée, Opheim, Ophus, Optun (N.).

Oplagshu(u)s, n. *d.* magasin, entrepôt. — Oplagssted, lieu, ville d'entrepôt.

Opland, n. *d.* environs, alentours (d'une ville), campagne. — *Norv.* hautes terres.

Ore, c. *d.* pâturage naturel, communaux; lande, bruyère.

Orlog, c. *d.* (surtout en composition), örlog, m. *s.* guerre. — Orlogshavn, *d.* port militaire. — Orlogsværft, *d.,* örlogsvarf, *s.* arsenal militaire.

Ort (pl. — er), m. *s.* endroit, lieu, localité; contrée. — Ortbeskrifning, topographie. || Landsort (S.).

Os (o long), c. *norv.;* ós, óss, m. *i.* embouchure, bouche, estuaire. || Hopsós, Ós (I.); Os, Osböigd elv, riv., Oslö (N.); Papós, îlot (I.).

Ost, voyez *öst.*

Over, prép. *d.* au-dessus de, sur (Cp. *öfver*). — Overfaldsmölle, moulin mis en mouvement par une roue en dessus. — Overfart, passage, traversée; Overfartssted, point de passage. — Overgang, passage; Overgangsbjerge (pl.), montagnes secondaires, aussi roches (terrains) de transition; Overgangssted, point de passage. — Overgrav, étang de retenue d'un moulin. — Overkjörsel, passage à niveau (de chemin de fer). — Overlandsmærke, amers (signaux de côte). — Overskov, bois de haute futaie. — Overvand, *norv.* paquet de mer, d'où Overvandsskjær, récif, brisant. || Overby (J.).

Oxe (pl. — r), m. *d.;* oxe (pl. — ar), m. *s.;* uxi (pl. öxn), m. *i.* bœuf. — Oxestald, *d.* étable à bœuf, bouverie. — Oxmarknad, *s.* marché aux bœufs. || Oxby (nörre, sönder, öster) (J.); Oxendal, vallée, Oxenfjeld, m^t^, Oxfjord (N.); Oxlund, Oxvang (J.); Öxnadalr, Öxnadals heiđi (I.).

P

Packhus, n. *s.* entrepôt de la douane. — Pakhu(u)s, n. *d.* magasin, entrepôt.

Papi, m. *i.* Nom qu'on donnait aux anciens anachorètes irlandais établis en Islande. || Papa fjörđr; Papey et Papós, îlots (I.).

Park, c. *d.;* m. *s.* parc; promenade publique. En danois, aussi étang, vivier (parc à poissons). || Ex: Kungsparken (*le parc royal*), Slottsskogsparken, à Göteborg (S.).

Pas (pl. — ser), n. *d.;* pass (pl. —), n. *s.* passage étroit; défilé; détroit.

Pig (pl. — ge), c. *d.* pointe. Aussi pic de m^e^ dans les noms de m^es^ en Norvège. || Galdhöpigge, Hestebræpigge, Svartdalspigge, pics de m^es^ (N.).

Pir (i long), c. *norv.* et m. *s.* jetée, môle de port.

Plads, c. *d.* plats, m. *s.* place, lieu, endroit; en *danois,* aussi place publique (par ex. : Exercerplads, place d'armes, Slotsplads(en), la place du château de Kristiansborg, à Copenhague). — En *norv.* petite ferme. — Befæsted plads, *d.* place forte, forteresse. || Nypladsen (N.).

Planke, c. *d.* planche, madrier. — Planke-bro, pont en charpente; — skur, hangar; — værk, clôture en planches.

Plats, voy. à *plads.*

Pol, c. *d.;* m. *s.* pôle. — Pol-höjd, *s.,* höjde, *d.* (*hauteur du pôle*), latitude.

Poll(r), m. *i.* étang. || Brákar pollr, Snóksdals pollr (I.).

Post, c. *d.;* m. *s.* poste (f.). — Post-gaard, *d.* hôtel des postes; — gård, *s.* maison de poste; — hold, *d.* relais de poste; — hus, *d. s.* maison de poste; — kontor, *d. s.* bureau de la poste (aux lettres); — station, *d. s.* station ou relais de poste; — vej, *d.,* väg, *s.* route postale; ligne de paquebots.

Prest, m. *s.;* prest(r), m. *i.* prêtre (curé ou pasteur) (Cp. *præst*). — Prest-bol, gård (*i.* prestsgarđr, prestshús), presbytère; — gäll, cure, paroisse. || Preste-

backe (S.); Prestbakki (I.); Prestfjärd, baie du lac Mälar (S.); Presthólar (I.); Prestfors, Prestköp (S.); Prestö, une des îles d'Åland (F.).

Provst, m. *d.* doyen. — Provsti (pl. — er), n. district décanal, décanat, prévôté. La Norvège comprend 83 décanats luthériens.

Præst, m. *d.* prêtre (curé ou pasteur) (Cp. *prest*). — Præste-ager ou mark, champ dépendant d'un presbytère; — bolig, gaard, presbytère; — gjæld, *norv.* paroisse (la Norvège comprend 441 paroisses luthériennes); — jord, bien paroissial. || Præstegaarden, Præsthus (N.); Præstö (D.).

Puss (pl. — ar), m. *s.* bourbier, mare.

Pynt (pl. — er), c. *d.* pointe de terre, cap.

Pæl (pl. — e) c. *d.* pieu, poteau (*s.* pâle). — Pæle-befæstning, palissade défensive; estacade; — gærde ou hegn, clôture en palissade; — værk, palissades, pilotis.

Pöl (pl. — ar), m. *s.*; pöl (pl. — e), c. *d.* bourbier, mare, fondrière.

Q

Nota. — Qv... danois est aujourd'hui remplacé par Kv...

Qvarn (pl. — ar), m. *s.* moulin (Cp. *kværn* et *mölle*). — Qvarnbacke, colline surmontée d'un moulin. — Qvarndam, étang de retenue d'un moulin. || Hjortqvarn (*moulin du cerf*), Husqvarna, Nittqvarn, Norrqvarn, Nyqvarn, Näfveqvarn (S.).

Qvarter, n. *s.* quartier (de ville) (Cp. *kvarter*).

Qvist, m. *s.* rameau, petite branche. — Qvistbro, chaussée ou pont de rondins ou de branchages.

R

Ra (pl. — er), *norv.* rangée ; crête, ligne de faîte = âs suédois (voy. ce mot).

Rabb, c. *norv.* hauteur, tertre allongé.

Ras, n. *norv.* éboulement (de terre), éboulis.

Rast, m. *s.* halte, temps d'arrêt. — Rastställe, station, lieu de halte.

Raudr, raud, rautt, adj. *i.* rouge (Cp. *röd*). || Rauđá (*riv. rouge*), Rauđi-sandr (I.).

Rauf (pl. — ar), f. *i.* crevasse, creux. — Raufar steinn, pierre percée. || Raufarhöfn (I.).

Red, rhed (pl. — er), c. *d.* rade. — Aaben red, rade ouverte ; lukket red, rade close, bonne rade.

Redd (pl. — er), m. *s.* rade ; bassin de port. — Inre redd, darse; yttre redd, avant-port.

Ref (pl. —), n. *s.* banc, récif (Cp. *rev, rif*).

Refvel (pl. reflar), m. *s.* banc de sable; dune (Cp. *revle*). || Refsland (N.).

Rende (pl. — r), c. *d.* conduit d'eau, canal; passe. || Flintrende (*passe des silex*), passe peu profonde entre l'île de Saltholm (D.) et la Scanie (S.).

Repp, n. *norv.* petit village. || Repvaag (N.).

Residens, c. *d.*; n. *s.* résidence. — Residensstad, *d.* ville de résidence d'un souverain, capitale. — Residensslot, *d.* palais de résidence.

Rétt, f. *i.* bergerie publique. On y conduit en automne les troupeaux descendant des pâturages des montagnes.

Rev (pl. — e), n. *d.* récif, brisants (Cp. *ref, rif*).

Revle (pl. — r), c. *d.* banc de sable, basse; barre (à l'entrée d'un port) ; langue de terre (Cp. *refvel*).

Reyk(r), et usuellement Reyk (pl. reykir), m. *i.* fumée, vapeur. || Fréquent dans les n. de l. de l'Islande où ce mot indique la présence de sources chaudes; le gén. sing. *reykjar* indique qu'il n'y a qu'une source, le gén. pl. *reykja* qu'il y en a plusieurs : Ađalreykjadalr, vallée remplie de sources thermales; Reykir (*fu-*

mées), n. d'un l. entouré de petits geysers ; Reykja-á (*riv. fumante*), Reykjahlid (*pente fumante*), vill. près du lac Mývatn, Reykjakót (*hutte de la fumée*), vill., Reykjanes, cap, Reykjavík (à tort pour Reykjarvík, ancien nom, car il n'y a qu'une source chaude à Laugarnes), capitale de l'Islande, fondée dans le IXe siècle par des colons norvégiens; Reykjardalr; Reykjarfjördr, nom de deux baies, Reykjarhóll, Reykjarströnd, Reykhólar, Reykholt (I.).

Reynir, m. *i.* frêne orne, frêne sauvage. L'orne (seul arbre, avec le bouleau nain, qui se trouvait en Islande lors de sa découverte) devint un arbre sacré, consacré au dieu Thor. || Indique dans les n. de l. l'existence de bosquets d'ornes lors du premier établissement des Norvégiens : Reynir, Reynikelda, Reynines, Reynistadr, Reynivellir (I.).

Rhed, voy. *Red*.

Ridbana, f. *s.;* Ridebane, c. *d.* manège découvert, carrière; cirque. — Ridehus, *d.*, Ridhus, *s.* manège couvert. — Rideskole, *d.* Ridskola, *s.* école d'équitation, manège. — Ridestald, *d.* écurie pour chevaux de selle. — Ridevej, *d.* route cavalière (praticable aux chevaux), allée réservée aux chevaux.

Riddare, m. *s.* Ridder, m. *d.* chevalier. — Ridderakademi, *d.* lycée de jeunes gens nobles. — Riddarborg, *s.*, Ridderborg, *d.* château seigneurial, ancien château féodal. — Riddargods, *s.*, Riddergods, *d.* terre seigneuriale. || Riddarfjärd, baie du lac Mälar, Riddarholm, un des îlots de Stockholm, Riddarhus(et) (*la maison des chevaliers*), le palais de l'ordre équestre où siège la Chambre haute, à Stockholm, Riddarhyttan, Riddersvik (S.).

Rif, n. *i.* récif (Cp. *ref, rev*).

Rige (pl. — r), n. *d.* empire, royaume (Cp. *rike*). — Det danske Rige, le royaume de Danemark. — De tre nordiske Riger, les trois États scandinaves. — Rigsgrænse, frontière d'État.

Rike (pl. — n), n. *s.* Ríki, n. *i.* empire, royaume (Cp. *rige*). — Riksdag, *s.* diète, Rigsdagenshus, *s.* palais de la diète, à Stockholm. — Riksgräns, *s.* frontière d'État. || Göta Rike (*empire des Goths*), Svea Rike (*empire de Suède*), deux des trois grandes divisions de la Suède (Cp. *Norrland* au mot *Nord*).

Ring, c. *d.;* m. *s.* (litt. *anneau*). — Ringbana, *s.*, Ringbane, *d.*, Ringlinie, *s.* chemin de fer de ceinture. — Ringmur, *d. s.* mur d'enceinte, mur de clôture. || Ringedalsvand, lac (N.) ; Ringsjö, lac (S.); Ringsted (D.).

Rode, c. *d.*, rote, m. *s.* quartier (de ville). En suédois aussi ferme ou propriété qui fournit un soldat.

Ros, f. *s.*, rós, f. *i.*, rose, c. *d.*, rose. || Rosenberg (S.) ; Rosenborg-slot, château royal à Copenhague (D.) ; Rosendal, pavillon dans l'île du Djurgården (parc), à Stockholm (S.) ; Rosendal (N.) ; Rosenfors (S.) ; Rosenlund (D.).

Rud, n. *vieux norse*, clairière dans une forêt. || De là vient la terminaison *rud* ou *röd* si fréquente dans les n. de l. scandinaves : Aavestrud, Braskerud, Brösterud, Eriksrud, Grorud (N.) ; Hofverud (S.) ; Linderud, Liverud, Naverud (N.) ; Sillerud (S.) ; Trosterud (N.) ; Upperud (S.) (Cp..... *röd*).

Rullsten, m. *s.* galet, caillou roulé. — Rullstenås (pl. — ar), faîte de galets (Cp. *ås*).

Runa (pl. — nor), f. *s.*, Rune, c. *d.* rune, caractère runique. — Runsten, *d. s.* pierre runique.

Rund, adj. *d. s.*, rond. || Runde taarn, la Tour Ronde, à Copenhague (D.).

Rund, c. (dans le Jutland) ruisseau.

..... rup. Terminaison fréquente, surtout en Danemark (voy. ..... *trup* pour son origine). || Börup (J.) ; Kirkerup (D.); Klägerup, Skurup (S.) ; Stenderup (D.) ; Strarup (J.) ; Svejrup (Sl.) ; Torup, Tosterup, domaine (S.) ; Ullerup (Sl.) ; Årup, domaine (S.).

Rydde, *d.*, ryđja, *i.* déboiser, défricher. — Rydning, *d.* défrichement, déboisement. — Rydningsland, *d.* terre nouvellement défrichée. || De là (?) la terminaison *ryd,* très fréquente en Suède : Bolaryd, Edenryd, Hästaryd, Landeryd, Skillingaryd, Skogsryd, Tutaryd, Vaggeryd, Åryd, etc.

Ryg (pl. — ge), c. *d.* (litt. *dos*), croupe, crête ou arête de m[e]. || Ryg (N.).

Rå, m. *s.*, Rá, n. *i.* ligne de démarcation ; borne. — Rå-gång, *s.* ligne ou fossé de démarcation ; — märke, sten, *s.* borne.

Räfvel, voy. *refvel.*

Röd, adj. *d. s.* rouge (Cp. *rauđr*). || Röd (N. et S.) ; Rödberg, chalet (N.) ; Rödgafvel, cime de m[e], Rödhamn (S.) ; Rödset (N.) ; Rödskär (F.) ; Rödö (*île rouge*), île (N.).

..... röd (Cp. *ruđ*). || Terminaison fréquente en Danemark et en Suède : Askeröd (S.) ; Haukeröd (N.) ; Hilderöd (J.) ; Hjularöd, domaine, Löberöd (S.) ; Lilleröd (J.).

Rön, c. *d.* récif, banc de pierre. Dans le Jutl. îlot. || Röneid, Rönholt (N.) ; Rönnskär (F.).

Rör (pl. —), n. *d. s.* roseau. — Rörbro, *s.* pont de joncs. — Rörmose, *d.* marais à roseaux. || Röraas, Rörvig (N.) ; Stora Rör dans l'île d'Öland (S.).

Röslyng, n. *norv.* bruyère (Cp. *ljung, lyng*).

S

Sag, *norv.* scie ; scierie (Cp. *sav* et *såg*).

Sal, c. *d.* ; m. *s.*, sal(r), m. *i.* salle. || Sala, Upsala, le centre intellectuel de la Suède, et Gamla Upsala (*vieille Upsala*) près d'Upsala, autrefois métropole de la Suède, Vaksala (S.).

Salt, n. *sc.* sel. — Salt-brönd, *d.* source salée ; — grube, *d.*, grufva, *s.* saline, mine de sel ; — gård, *s.* marais salant ; — kilde, *d.*, källa, *s.* source salée ; — lagune, *d.* marais salant ; — sjö, *s.*, sö, *d.* lac salé ; — sjön, *s.* la mer (particulièrement la mer Baltique) ; — væld, *d.* source salée ; — verk, *s.*, værk, *d.* saline, saunerie. || Saltbæk (D.) ; Saltholm, île devant Copenhague (D.) ; Saltnæs, à la tête du Salten fjord (N.) ; Saltsjö-öarne (*les îles de la mer*), nom qu'on donne à Stockholm à l'ensemble des îlots de Skeppsholm, Kastellholm, Beckholm et Djurgårdsstad ; Saltskog (S.) ; Saltström, tourbillon sur la côte norvégienne.

Samman, *s.*, sammen, *d.*, saman, sam-, *i.*, adv., ensemble (surtout en préfixe). — Samman-bindningsbana, *s.* ligne de jonction (de chemin de fer), voie de raccordement, ligne de ceinture ; — flöde, *s.* confluent ; — knytningspunkt, *s.* point de rencontre, nœud (de voies de communication).

Sand, n. (et quelquefois m.) *d.* ; m. *s.* ; sand(r), m. *i.* sable. — Sand-aas, *d.* monticule de sable (Cp. ci-dessous — ås) ; — backe, *s.*, bakke, *d.* colline de sable ; — bakki, *i.*, bank, *s.*, banke, *d.* banc de sable ; — brink, *d.* berge sablonneuse ; — bunke, *d.* ensablement ; — dyne, *d.* dune ; — flade, *d.* plaine sablonneuse ; — flugt, *d.* sable mouvant ; — fält, *s.* plaine sablonneuse ; — grav, *d.*, grop, *s.* carrière de sable ; — grus, *d. s.* gravier ; — hed, *s.*, hede, *d.* lande ; — hul, *d.* sablonnière ; — höj, *d.* colline de sable ; — klit, *d.* dune ; — kulle, *s.* monticule de sable ; — mile, *d.* amas de sable mouvant ; — mo, *s.* plaine de sables arides ; — refvel, *s.* banc de sable, dune ; — revle, *d.* barre de sable ; — ste(e)n, *d.*, sten, *s.* grès ; — tag, *s.* carrière de sable ; — ås, *s.* monticule de sable, au pl. — åsar (*faîtes de sable*), chaîne de monticules sablonneux. || Très fréquent dans les n. de l. scandinaves : Hernösand, Kalmarsand (S.) ; Kristiansand (N.) ; Leksand (S.) ; Mývatns-sandr, dé-

sert de sables (cendres volcaniques et pierres ponces) près du lac Mývatn (I.); Sand (N.); Sandager, Sandbjerg (Sl.); Sandby (D.); Sandbö, Sandbu, Sande, Sandefjord, Sandfarhuus (N.); Sandhem, Sàndsjö, Sandsta (S.); Sandtorv, Sandven, Sandvigen (N.); Sandvatn, lac (I.); Sandö, île et l'un des six districts des îles Färöer (au Danemark); Sprengisandr (*sables crevants*) région déserte et dangereuse de cendres noires, au centre de l'Islande; Skeiðarár-sandr (*sables tremblants*), plage dangereuse (I.); Stórisandr, désert (I.).

Saur(r), m. *i.* bourbe, vase, boue. || Saurar, Saurbær (I.).

Sav, c. *d.* scie. — Sav-brug, mölle, værk, scierie (Cp. *sag* et *såg*).

Segla, *s.*, sejle, *d.*, sigla, *i.* naviguer, d'où segelbar, *s.*, sejlbar, *d.* navigable. — Segelränna, f. *s.*, Sejllöb, sejlled, *d.* passe, chenal.

Sel, n. *i.* chalet de montagne, et Sel(r), m. *i.* phoque (Cp. *Sæl*). || Selsund, ferme, Selá, riv. (I.).

Setr, n. *i.*, voy. à *sætr.*

Sida, f. *s.*, side, c. *d.* côté. En composition sido-, *s.*; side- *d.* latéral. — Sidebane, linie, *d.* embranchement; — gade, rue latérale; — vej, chemin de traverse. — Sido-rygg, *s.* chaîne (de m[es]) latérale, contrefort; — ström, bras secondaire d'une rivière; — väg, chemin de traverse.

Sidvall, m. *s.* sol humide, prairies humides.

Signal, m. *s.*; n. *d.* signal. — Signal-blus, *d.*, eld, *s.* feu de signal; — stang, *d.* sémaphore (de chemin de fer).

Sikk, n. *norv.* très petit ruisseau.

Sild, c. *d.* (*s.* sill; *i.* síld), hareng. — Silde-fjord, silde-vaag, *norv.* anse où l'on pêche le hareng.

Silfr, *i.* (*s.* silfver) argent (métal). || Silfra lækr (*ruisseau d'argent*), Silfrostaðir (I.).

Sjö (pl. — ar), m. *s.*, et Sjö, c. *norv.* mer; lac, étang (Cp. *sö* et *vand*). En *isl.* sjó(r) anciennement sæ(r) veut dire seulement *mer* (voy. *vatn*). — Sjö-backe, *s.* bord escarpé de la mer ou d'un lac; — kort, *s.* carte marine; — krigsskola, *s.* école navale; — kust, *s.* côte, plage de mer; — märke, *s.* amer (signal); — stad, *s.* ville maritime; — strand, *s.* rivage, bord d'un lac ou de la mer; — tull, *s.* douane maritime. || 1° *Lacs :* Bergsjö Bottensjö, Dalbosjö, partie occidentale du grand lac Venern (S.); Fladsjö, Folsjö (N.); Laxsjö (*lac aux saumons*), Munksjö (*lac des moines*), Ringsjö, Storsjö(n) (*le grand lac*), Svansjö (*lac des cygnes*), Tenhultssjö (S.); Tinnsjö (N.), etc. — 2° *Lieux :* Hemsjö, Hillersjö, Holmsjö, Lillsjödal, Lomsjö, Nässjö, Sandsjö, Sjöbacka, ferme, Sjöberga, Sjöborg, domaine, Sjögränd, Sjöholm (S.); Sjöholt (N.); Svartsjö, château, Säfsjö (S.).

Sjælland, n. pr. *d.* Seeland, l'île danoise qui renferme Copenhague, capitale du Danemark.

Skag, n. *norv.*, skagi, m. *i.* basse pointe de terre, cap. || Skaga fjörðr, baie, Skagaströnd (I.); Skagen (J.); Skagerrak, bras de la mer du Nord entre le Danemark et la Norvège; Skagi, cap (I.).

Skar, n. *norv.* crevasse, ravin de rochers. || Myrskaret (N.).

Skare, c. *norv.* neige congelée. — Skareföre, chemin de traîneaux.

Skarv (pl. skorv), n. *norv.* rocher nu.

Skavl, c. *norv.* amas de neiges.

Skepp, n. *s.* (*i.* skip), navire, vaisseau (Cp. *skib*). — Skepps-bro, brygga, quai, embarcadère; — docka, bassin de construction, dock; — reparationsdockorna, les docks de radoub (à Stockholm); — varf, chantier de construction navale. || Skeppsholm, un des îlots composant Stockholm.

Sker, n. *i.* roc isolé dans la mer, écueil (Cp. *skjær*, *skär*).

Skib, n. *d.* navire (Cp. *skepp*). — Skibs-bro (*norv.* Skibbro), pont de bateaux, môle, jetée; — byggeri, chantier de construction navale; — dok, bassin de construction, dock; — havn, port; — værft, chantier de construction. || Skibhuse (D.).

Skiljeväg, m. *s.;* skillevej, c. *d.* chemin fourchu, carrefour de chemins.

Skjel, n. *d.* limite, frontière, borne. — Skjel-gröft, fossé mitoyen; — mærke, pieu, poteau, signe de démarcation; — ste(e)n, pierre de délimitation, borne.

Skjul, n. *s.* appentis, hangar, remise. En danois (*i.* skjól), couvert, abri, refuge (pour les moutons, par exemple).

Skjutshåll, n. *s.* relais, station de poste.

Skjær (pl. —), n. *d.* et skær, écueil, brisant (Cp. *sker* et *skär*). — Blindt skjær, brisant (écueil sous-marin). — Skjærgaard, ligne d'écueils côtiers; aussi partie de la mer comprise entre la côte et ces écueils. || Le Skjærgaard (par excellence), dédale d'îles, d'îlots et de récifs (dont les Lofoten forment le principal groupe) protégeant la côte occidentale de la Norvège depuis le Skagerrak jusqu'au cap Nord; Skjærstad (N.).

Skog (pl. — ar), m. *s.* (aussi *norv.*), forêt, bois, futaie (Cp. *skov* et *lund*). — Skogs-backe, colline boisée; — bygd, pays de bois; — hage, enclos de pâturage dans un bois; — hemman, ferme exploitant surtout des forêts; — hydda, cabane forestière; — lund, bosquet, bouquet de bois; — mark, pays de forêts; — park, parc; — snår, fourré, taillis; — trakt, contrée boisée; — väg, chemin de forêt; — vaktarstuga, maison de garde forestier. || Beckaskog, Dalskog, Lilleskog, Målaskog (S.); Orskog (N.); Skog, Skogaholm, usines, Skogfors, Skogshall (S.); Skogshorn, m^t (N.); Skogryd (S.); Skogstad (N.); Skogstorp, Torskog (*bois du dieu Thor*) (S.).

Skola, f. *s.,* skole, c. *d.* skóli, m. *i.* école, collège, lycée. — Skol-anstalt, inrättning, *s.* établissement scolaire; — hus, *s.* maison d'école; — Skolebygning, Skolehu(u)s *d.* maison d'école.

Skov, c. *d.* forêt (Cp. *skog* et *lund*). — Skov-bakke, colline boisée; — bygd, *norv.* pays boisé; — bælte, ceinture de bois; — dal, vallée boisée; — distrikt, canton forestier; — grund, terrain boisé; — hu(u)s, maison forestière; — höj, colline boisée; — land, pays boisé; — plet, bouquet d'arbres; — plæne, slette, clairière; — rand, lisière (de bois); — snar, *norv.* tykning, fourré, hallier; — vej, chemin forestier. || Bjæverskov, Lejrskov, Lunderskov (J.); Skovby (D.); Skovhuse, Skovrup (J.).

Skred, n. *d.* éboulement, éboulis.

Skriða, f. *i.* pente raide, éboulis. || Skriðjöklar, glaciers descendant des névés du Vatnajökull, Skriðuklaustr (I.).

Skrænt, skrent, c. *d.* coteau, penchant de colline, côte; rampe.

Skydd, n. *s.* protection. — Skydds-hem, maison de refuge; — mur, värn, rempart.

Skyds, c. *norv.* expédition, transport, envoi. — Skydsskifte, skydsstation, relais, station de poste.

Skåne, *s.* (*d.* Skaane), Scanie, partie de la Suède.

Skär (pl. —), n. *s.* écueil, brisant (Cp. *sker, skjær* et *blindskär*). — Skären, Skärgård, groupe d'îlots côtiers, ligne d'écueils côtiers (par exemple le Skärgård du Bohuslän, sur la côte occidentale de la Suède). || Drottningskär, fort de Karlskrona, Häradskär, phare, Paternoster skären, falaises surmontées du Hamnskär fyr (phare), Skärblacka, Skärkind, Skärsätra, domaine (S.).

Skölgång, m. *s.* ravin, crevasse, chemin creux.

Sletta, f. *i.,* slette (pl. — r), c. *d.* plaine (Cp. *slätt*). || Slette, Slettebö (N.).

Slinkföre (pl. —), n. *s.* chemin de traîneaux (Cp. *slädföre*).

Slot (pl. — te), n. *d.* slott (pl. —), n. *s.* château, palais. — Slots-bakke, *d.* hauteur couronnée d'un château : — taarn (*tour de château*), donjon. — Slotts-ruin, *s.* château en ruines ; — torn, donjon. || Kristiansborg slot, Rosenborg slot, châteaux royaux à Copenhague ; Nyslot (F.).

Sluse (pl. — r), c. *d.* ; sluss (pl. — ar), m. *s.* écluse. — Slusefald, *d.* sas d'écluse. — Sluseværk, *d.* écluses.

Slädföre, n. *s.* chemin de traîneaux (Cp. *slinkföre*).

Slätt (pl. — er), m. *s.* plaine, rase campagne (Cp. *sletta, slette*). — Slätt-bygd, land, mark, pays plat, plaine. || Malmslätt (S.).

Smaa, adj. pl. *d.* petits (Cp. *små*). — Smaa-buske, krat, broussailles ; — skog, *norv.* taillis.

Smede, smedie, c. *d.* ; smedja, f. *s.* ; smiđja, f. *i.* forge. || Smedby (S.) ; Smedevig (N.) ; Smedjebacken (S.) ; Smedshammer (N.) ; Smedstorp (S.).

Smelte, *d.*, smälta, *s.* fondre. — Smeltehytte, *d.*, smälthytta, *s.* fonderie. — Smelteovn, *d.*, smältugn, *s.* fourneau de fusion, fonderie.

Små, adj. pl. *s.* petits (Cp. *smaa*). En composition petit, menu, chétif : Småbarnsskola, école de petits enfants. — Småskog, bocage, broussailles. || Småland, ancienne province de Suède ; Smålandsstenar (S.).

Snar, n. *norv.* hallier, bosquet.

Sne(e), c. *d.* ; snjó(r), m. *i.*, en composition *snæ*, de la vieille forme *snæ(r)* ; snö, m. *s.* neige. — Snee-bjerg, *d.* m^e^ couverte de neige ; — bræ, glacier ; — bælte, région des neiges ; — drive, amas de neiges ; — fjæld, m^e^ couverte de neige ; — före, chemin de traîneaux ; — grænse, linie, limite (inférieure) de la région des neiges ; — mark, campagne neigeuse. — Snö-berg, *s.* m^e^ couverte de neige, névé ; — bræe, *norv.* masses de neige isolées sur les m^es^ ; — drifva, *s.* amas de neiges (entassées par le vent) ; — fält, plaine de neige ; — gräns, limite des neiges ; — region, région des neiges éternelles ; — topp, sommet neigeux. || Sneehætten (*coiffe de neige*), le pic le plus élevé du Dovrefjeld (N.) ; Snæfell, m^e^ (I.) ; Snæland (*pays des neiges*), premier nom donné à l'Islande par le norvégien Naddod qui la découvrit en 863 ; Snöbergshyttan (S.).

Socken, m. *s.* ; sókn, f. i. ; paroisse (Cp. *Sogn*). — Sockenkyrka, *s.* église paroissiale. — Sockenväg, chemin vicinal.

Sogn, n. *d.* paroisse (Cp. *socken*) ; pastorat luthérien de Norvège. — Sogne-by, village paroissial ; — kirke, église paroissiale ; — skole, école communale ; — vej, chemin vicinal. || Sogndal, Sognefest, Sogne fjeld, m^t^ (N.) ; Sogne fjord, le plus grand fjord de la Norvège.

Sommar, m. *s.* ; sommer, c. *d.* été. — Sommar-boning, *s.* habitation d'été ; — bostad, résidence d'été. — Sommer-bo(lig), *d.* habitation d'été ; — havn, port d'été ; — hu(u)s, maison de campagne ; — sted, habitation d'été.

Sort, adj. *d.* noir (Cp. *svart*). || Sorte, Sorteberg (N.) ; Sortedams sö, un des avant-fossés de Copenhague (D.) ; Sortlands sund, détroit réunissant le Hadsel fjord au Gavle fjord (N.).

Spang (pl. — e), c. *d.* passerelle ; gué en planches sur une prairie humide (Cp. *spång*). — Spangebro, passerelle.

Spets (pl. — ar), m. *s.* ; spids (pl. — er), c. *d.* pointe ; cime, pic de m^e^.

Sporvej, c. *d.* tramway (Cp. *spårväg*).

Springe, *d.* springa, *s.* sauter, jaillir. — Spring-brunn, *s.* fontaine jaillissante ; — källa, *s.* source d'eau vive ; — post, vand, *d.* fontaine jaillissante, jet d'eau.

Spång, f. *s.* et spångbro, f. *s.* passerelle (Cp. *spang*). || Spånga (S.).

Spårväg, m. *s.* tramway (Cp. *sporvej*). — Spårvägs-linie, ligne de tramway ; — station, station de tramway.

Staal, n. *d.* acier (Cp. *stål*). — Staal-bad, station d'eaux minérales ferrugineuses; — hammer, aciérie.

Stabbur, n. *norv.* magasin ou maison de provisions élevés ordinairement sur quatre poteaux ou piliers.

Stabel, c. *d.* chantier (Cp. *stapel*). — Stabel-plads, stad, ville d'entrepôt.

Stad, m. *s.;* stađ(r) (pl. stađir), m. *i.* lieu, endroit, place (Cp. *sted*). En Islande, anciennement établissement religieux, d'où les n. de l. où ce mot se retrouve. || Bessestađr, Breiđabólstađr, bær, Egilstađir, Einarstađr, Kaupstađr, dans les Vestmannaeyjar, Silfrastađir, Stađr, Stađurbakki (I.).

Stad (pl. städer), m. *s.;* pl. stæder, c. *d.* ville, cité. — Stads-del, *s.* quartier (de ville); — grav, *d.* fossé d'une place; — hus, *s.* hôtel de ville, maison commune; — mur, *s.* mu(u)r, *d.* mur de ville, enceinte; — vold, *d.* rempart. || Angelstad (N. et S.); Brahestad (F.); Filipstad (S.); Frederikstad, port (N.); Fristad, Gammelstaden, Grebbestad, bains de mer, Halmstad (S.); Hvalstad (N. et S.); Karlstad, Kristianstad (S.); Kristinestad (F.); Löfvestad, Mariestad (S.); Nystad, port de l'archipel d'Åbo (F.); Olstad, Skjæggestad, Skogstad, Stad (N.); Staden (*la cité* par excellence), la partie centrale et la plus ancienne de Stockholm, Stenestad, Strömstad, bains de mer, Ystad, port, Ölmestad (S.).

Stald, c. *d.;* stall, n. *s.* écurie, étable. || Stallbacka, Stallstjernstugan (S.).

Stam(m), m. *s.;* stamme, c. *d.* tronc, tige. — Stam-bana, *s.,* bane, *d.* chemin de fer principal, grande ligne (de l'État en Suède); — holländeri, *s.* vacherie modèle; — schäferi, *s.* bergerie modèle.

Stapel, m. *s.* entrepôt, chantier (Cp. *stabel*). — Stapel-ort, plats, lieu d'entrepôt; — stad, v. d'entrepôt.

Star, c. *d.;* starr, m. ou n. *s.,* et stargræs, n. *d.,* starrgräs, n. *s.* carex, laîche. — Starr-äng, vall, *s.* bas pré, prairie humide.

Stat, c. *d.;* m. *s.* État (empire). — Stats-bana, jernbana, *s.,* jernbane, *d.* chemin de fer de l'État; — fängelse, *s.,* fængsel, *d.* prison d'État; — skov, *d.* forêt domaniale.

Sted (pl. — er), n. *d.* lieu, endroit, place, localité (Cp. *stad, stađr*). || Fredericksted, Kristiansted, deux ports de l'île de Santa Cruz des Antilles (colonie danoise); Godsted, Haraldsted, Isted, Nysted, Oddersted, Ringsted (D.).

Ste(e)n (pl. — e), c. *d.;* sten (pl. — ar), m. *s.;* steinn, m. *i.* pierre. — Steinabru, *i.* pont naturel formé par un roc. — Sten-backe, *s.* monticule de pierres; — bro, *d. s.,* brygga, *s.* pont de pierre; — brott, *s.,* brud, *d.* carrière; — bygning, *d.* maison de pierre; — dysse (pl. — r), c. *d.* pierre préhistorique (dolmen, cromlech, cairn); — grube, *d.* carrière; — grus, *d. s.* gravier; — gærde, *d.* clôture en pierres; — hus, *d. s.* maison en maçonnerie; — klyfta, *s.* crevasse de rochers; — kol, *s.,* kul, *d.* charbon de pierre; — kolsgrufva, kolsverk, *s.,* kulsgrube, *d.* mine de houille, houillère; — kreds, *d.* cromlech; — kummel, *s.* tombeau mégalithique, cairn; — mur, *d. s.* mur, mur de clôture; — pille, *d.* pilier en pierre, menhir; — rev, revle, *d.* récif. || Borgstena (S.); Dvergasteinn (I.); Frederiksteen, forteresse, Hvidsteen (N.); Karlsten, forteresse (S.); Kristiansten, citadelle de Trondhjem, Kongsteen, forteresse (N.); Smålandstenar (S.); Steen, Steenkjær (N.); Steinstađr (I.); Stenbrohult, Stenestad, Stenhammar, Stenkyrka, dans l'île de Gotland, Stenstorp, Stenstrup, Stensö (S.); Stenvigen (N.).

Sti, c. *d.* 1° clôture à claire-voie, parc (pour oies, moutons, etc.); 2° sentier (Cp. *stig*).

Stift (pl. — er), n. *d.* (pl. —), n. *s.* diocèse, chapitre. La Norvège est subdivisée en six stifter luthériens. — Stiftskirke, *d.* cathédrale.

Stig, m. *s.;* n. *i.* (ou m. stig[r]) sentier (Cp. *sti,* 2°).

Stjerna, f. *s.;* stjerne, c. *d.* étoile. || Stjernarp, château, Stjernfors, Stjernhof, Stjernholm, Stjernsund (S.); Stjernö, île (N.).

Stodhave, c. *d.* enclos pour chevaux.

Stor, adj. *d. s.;* stór(r), *i.* (forme définie stora en *s.*, store en *d.*) grand, étendu, vaste. Storkyrka, *s.* cathédrale (de Stockholm). — Stortorg, *s.* (place du) grand marché, par exemple à Stockholm et à Malmö (S.). || Stora-Alfhem, domaine, — hyttan, usines, — Kopparberg, län (département), — Sundby, château (S.); — Öster Svartö, un des îlots de Sveaborg (F.), etc. — Store Belt, le Grand-Belt, détroit séparant l'île de Seeland de celle de Fionie (D.). — Stor-aadal (N.); — backen, — byn (S.); — elv(en), riv., — fjeld, m[t] et une des îles Lofoten, — fjord, baie (N.); — fors (S.); — hammer, — hætten (*la grande coiffe*) m[t], — hougen, m[t], — klevestad (N.); — sjö(n), lac, — skarven, m[t], — sö, lac (N.); — vik, — å (S.). — Stórinúpr, Stóruvellir (I.).

Storthing, n. *d.* diète de Norvège (pouvoir législatif), composée de l'*Odelsthing* (Chambre populaire comprenant les deux tiers des représentants) et du *Lagthing* (Chambre haute) dont les membres sont élus par le Storthing.

Straa, n. *d.,* strá, f. *i.,* strå, n. *s.* paille, chaume. — Straahytte, *d.* chaumière.

Strand (pl. — e), c. *d.;* (pl. stränder) m. ou f. *s.;* strönd (pl. strendr), f. *i.* rivage de la mer, côte, plage. — Strand-bakke, *d.* colline sur le bord de la mer; — bred, *d.* rivage de la mer; — brink, *d.* falaise; — batteri, *s.* batterie de côte; — bro, brygga, *s.* quai; — gata, *s.* rue longeant un quai; — kant, *d.* bord de la mer; — klippa, *s.* falaise; — sted, *norv.* village maritime, v. de pêcheurs; — väg, *s.* route côtière. || Bessestrand, chalets, Brevigstrand (N.); Fladstrand, citadelle défendant le port de Frederikshavn (J.); Gillundstrand, Holmestrand (N.); Marstrand, sur une île de la côte occidentale, bains de mer (S.); Reykjarströnd, Skagaströnd (I.); Strand, Strande, Tvedestrand, Tyskestranden (N.); Vilmanstrand (F.).

Streng(r), m. *i.* étroit chenal d'eau, cluse. || Tyssestrengene, cluse (avec cascade) de la riv. Tysse (N.).

Stryg, n. *norv.* rapide; gouffre de torrent.

Strät, (pl. — ar), m. *s.* route, grand chemin.

Stræde (pl. — r), n. *d.* petite rue, ruelle; détroit; stræti, n. *i.* rue. — Ex. : Raadhuus stræde, Vingaard stræde, à Copenhague (D.); Aðalstræti (*rue Noble*) et Hafnarstræti (*rue du Port*), les deux rues de Reykjavik (I.).

Ström (pl. — ar), m. *s.;* (pl. — me), c. *d.* fleuve, rivière, torrent (Cp. *elf, elv*). — Ström-fald, *d.* rapide; — fall, *s.* pente de rivière; — hvirfvel, *s.* hvirvel, *d.* remous, tourbillon; — leje, *d.* lit de torrent. || 1° Göta ström (ou Göta elf), sortant du lac Venern et se jetant dans le Kattégat; Motala ström, sortant du lac Vettern et se jetant dans la mer Baltique (S.); Kilström, canal (N.); Stampeström, une des branches des célèbres chutes du Göta, près de Trollhættan (S.). — Grinström, Malström (ou Mosköström) et Sundström, trois tourbillons de l'archipel norvégien. — 2° *Noms de lieux :* Alveströmmen, Kilströmmen (N.); Lilleströmmen, Ström, domaine (S.); Strömmen (N.); Strömsberg, domaine, Strömsdal, Strömsholm, Strömstad, bains de mer (S.). — Strömparterre, promenades à Stockholm et à Upsala (S.). — Strömö, une des îles Färöer (au Danemark).

Strönd, *i.* voyez à *Strand.*

Stue, c. *d.* chambre; *norv.* petite habitation. — Stuehu(u)s, *d.* corps de logis, bâtiment d'habitation. || Terminaison fréquente en Norvège : Drivstuen et Fogstuen, re-

fuges établis par le Gouvernement dans le Dovre fjeld (m[es]) pour la sécurité des voyageurs, Grytestuen, Kirkestuen, Klevstue, auberge, Klokkerstuen, Kongstuen, Maristuen, Nystuen, refuge pour les voyageurs dans le Fille fjeld (m[ts]), Stueflaaten, Stuen, Suulstuen (N.).

Stuga, f. *s.* cabane, chaumière; chambre principale d'une habitation. || Skalstuga (S.).

Stup, n. *norv.* escarpement, précipice.

Styckebruk, n. *s.* fonderie de canons [de Stycke, morceau, et pièce (d'artillerie)].

Stål, n. *s.* acier (Cp. *staal*). — Stål-brunn, source d'eau ferrugineuse; — gjuteri, hytta, smedja, ugn, verk, aciérie.

Stängsel, m. ou n. *s.* clôture, enclos; barrage.

Stö, c. *norv.* lieu de débarquement.

Sudr, sudur, n. *i.* Sud; en composition, méridional (Cp. *syd, söder*). || Sudr-nes, Sudr-ey (I.); Sudur-umdæmi(t), une des quatre juridictions de l'Islande; Suderö, une des îles Färöer.

Sump, c. *d.*; m. *s.* bourbier, marécage; étang. — Sump-land, *d.* pays marécageux; — vand, *d.* eau stagnante; — vej, *d.* chemin construit à travers un marais.

Sund, n. *sc.* (pl. *d.* — e; pl. *s.* —) détroit[1]. En Islande, aussi passage entre les maisons, ruelle (Cp. *bæjarsund* au mot *bær*). — Flóasund, Holtasund et Mýrar sund, *i.* bande de marais entre deux collines. — Sundsted, *norv.* point de passage. || 1° *Détroits.* Als-sund, entre le Slesvig prussien et l'île d'Als; Bonde sund (N.); Fiskensund, branche du Hardanger fjord, Haugesund, passe dans le même fjord (N.); Kalmar sund, entre la Gothie et l'île d'Öland (S.); Raftsund entre les îles Hindö et Östvaagö, dans les Lofoten (N.); Svartsund, entre deux îlots de Sveaborg (F.); Öresund, le *Sund* qui sépare le Danemark de la Suède, etc., etc. — 2° *Noms de lieux :* Alesund, village de pêcheurs d'où partit le jarl Rolf (C[te] Rollon) pour conquérir la Normandie; Askersund (S.); Bomarsund, forteresse des îles d'Åland (F.); Egersund (N.); Ekolsund, Eksund (S.); Eyrarsund (I.); Farsund (N.); Fårösund, port de Gotland (S.); Hougsund, Koppelsund, Kristiansund (N.); Missund, tête de pont sur la Slien (Sl.); Oxelösund, Quicksund (S.); Selsund, ferme (I.); Stora Sundby, domaine, Sundbyberg (S.); Sundfjord (N.); Sundholm (S.); Sundhuse (J.); Sundsvall (S.); Sundvolden (N.); Stjernsund, château (S.); Svensksund (F.); Säfsundet, station de pilote, Östersund (S.).

Sund, adj. *d. s.* sain, salubre. — Sundhed, *d. s.* santé (Cp. *helsa*). — Sundhedsbrönd, *d.,* sundhedskilde, *d.* source d'eau minérale.

Sur, adj. *s.;* súr(r), *i.;* su(u)r, *d.* aigre, acide. — Surbrunn, *s.,* su(u)rbrönd, *d.* source d'eau minérale. || Sura elv, rivière, Surendal, vallée, Surendalsören (N.).

Surt(r), m. *i.* (gén. surtar), nom du géant du feu, destructeur du monde. — Surtarbrandur, gisements de lignites, bois à demi carbonisés sous les laves. Ce sont des troncs d'arbres emportés d'Amérique et de Russie par les courants marins et échoués sur les côtes de l'Islande où ils ont été recouverts par des coulées volcaniques. || Surts-hellir, célèbres grottes (I.).

Svaberg, n. *norv.* pente de rocher nue et unie.

Svafvel, n. *s.* soufre (Cp. *svovl*). — Svafvel-bruk, hytta, fonderie de soufre.

Svart, adj. *s.* (et *d.* poétique); Svart(r), *i.* noir (Cp. *sort*). || Lilla et Stora Öster-Svartö, deux îles de Sveaborg (F.); Svartagil (I.); Svartdalspig, m[t] (N.); Svarteberg (S.); Svartebæk, Svartedal, vallée, Svarte elv, riv. (N.); Svartholm, îlot (F.); Svartis(en), un des plus grands névés de la Norvège; Svartsjöland, île du lac

1. D'où *Le Sound,* canal naturel le long de l'île Chausey, sur les côtes de France.

Mälar (S.); Svartsund, détroit entre deux îlots de Sveaborg (F.); Svartå (S.); Vester-Svartö, une des îles de Sveaborg (F.).

Sve, c. et n. *norv.* terre défrichée par l'incendie d'une forêt.

Svea, n. *s.* Suède. Surtout usité en composition : Svealand, Svearike, la Suède proprement dite (une des trois grandes divisions de la Suède); Sveaborg, forteresse (F.).

Svensk (pl. — ar), f. svenska (pl. — kor), *s.* Suédois. — svensk, adj. *s.* suédois. || Svensksund (F.).

Svin, n. *s.; svín*, n. *i.;* svi(i)n, n. *d.* cochon, porc. — Svínahús, *i.*, svinhus, *s.*, svinestald, sti, *d.* étable à cochons. || Svinafell (I.); Svinö (*île aux porcs*), une des îles Färöer.

Svovl, n. *d.* soufre (Cp. *svafvel*). — Svovl-bad, station d'eaux sulfureuses; — brönd, kilde, source d'eaux sulfureuses; — hytte, fonderie de soufre.

Svältor, f. pl. *s.* landes maigres (svält = faim).

Svängbro, f. *s.* pont tournant.

Svömme, *d.* nager. — Svömmested, endroit propre à la natation; gué, abreuvoir.

Syd, c. *d.*, m. *s.* Sud; en composition, méridional (Cp. *söder*). — Syd-ost, *d. s.*, öst, *d.* Sud-Est; — vest, *d. s.* Sud-Ouest. || Syderö, île du groupe des Färöer, donnant son nom à un des six districts de cet archipel.

Sylt, sylteng, c. *d.* pré salé, arrosé par la mer.

Sýsla (pl. — lur), f. *i.* siège, bailliage, district. Les provinces islandaises du S. et de l'O. (capitale Reykjavik) sont subdivisées en 14 *sýslur*, comprenant 103 *hreppar* (communes); les provinces du N. et de l'E. (capitale Fridriksgáfa) comprennent 7 *sýslur* et 66 *hreppar*. — Les îles Färöer (au Danemark) sont aussi divisées en *sièges*.

Såg, m. ou f. *s.* scie (Cp. *sag* et *sav*). — Sågqvarn, sågverk, scierie.

Säd, f. *s.*, sæd, c. *d.* grains, céréales. — Sädes-bygd, land, ort, *s.* pays fertile en grains; — fällt, champ de blé; — gärde, champ de blé clos, enclos ensemencé; — lada, grange; — qvarn, moulin à blé; — åker, champ de blé. — Sædeland, *d.* sol propre à la culture du blé, champ ensemencé.

Sæde, n. *d.* siège (Cp. *säte*). — Sædegaard, manoir, domaine seigneurial.

Säf, m. *s.* jonc. || Säfsjö, Säfsjöström, Säfsnäs, Säfstaholm, domaine et château, Säfsund(et), station de pilote, Säfveå (*ruisseau des joncs*), riv., Säfö, île (S.).

Sæl, n. *norv.*, sel, n. *i.* chalet. — Sæl, c. *d.;* sel(r), m. *i.* phoque, veau marin. || Selsund (I.); Sælbo, lac et fjord de Norvège; Sælhuus (N.).

Säte, n. *s.;* sæti, f. *i.* siège (Cp. *sæde*). — Sätesgård, manoir seigneurial. || Elsæt, Fladsæt, Grundsæt, Sjusæt, Trisæt (N.).

Säter, säterstuga, f. *s.* chalet. — Sæter, c. *norv.;* sætr, setr, n. *i.* pacage alpestre (et *norv.* chalet). — Sæter-brug, *norv.* laiterie ou fromagerie de montagne; — hytte, *norv.* chalet. — Sætrbúđ, *i.* chalet. || Biorgesæter, Elvesæter (N.), Hjelmsäter, Hönsäter, Kesäter, Kolsäter (S.); Sulhejmsæter (N.); Sætersdal, vallée (N.); Ullersäter (S.); Randverk sæter, Rind sæter, Visdals sæter, Ytterdals sæter, etc., chalets (N.).

Säteri, n. *s.* terre noble.

Sö, c. *d.* mer, lac (Cp. *sjö*). — Sö-arsenal, arsenal de la marine; — batteri, batterie de côte; — bred, bord de lac, plage, rive; — bugt, anse (de lac); — egn, contrée maritime, littoral; — fæstning, forteresse maritime; — havn, port de mer; — i(i)s, glace flottante; — kant, bord de la mer; — kort, carte marine; — kyst, côte, littoral de la mer; — lagune, lagune; — lægd, circonscription de recrutement pour la marine; — mærke, balise, bouée; — qvæsthu(u)s, lazaret; — stad, ville maritime, port de mer; — told, douane de mer; — tönde,

balise, bouée. || Hvite Sö (*lac blanc*), lac (N.). — Söberg, Söboden, Sögaarden, Söholt, Sövik, n. de l. (N.).

Söder, m. *s.* Sud (Cp. *sudr* et *syd*); en composition, méridional. — Södra, södre, adj. *s.* méridional (Cp. *sönden, sönder* et *sör*). || Söderby, Söderbärke sur le lac Södra Barken, Söderhamn, Söderköping (S.); Söder Malm (*faubourg du Sud*) quartier de Stockholm; Södermanland, la Sudermanie, ancienne province de Suède; Söderskär (F.); Södertelge, Södertuna, domaine, Söderåkra (S.); Södra Hörken, lac, Södra Vi (S.).

Sönden, Sönder, adj. *d.* méridional (Cp. *söder*). — Söndenfjælds, adv. *norv.,* au S. des montagnes (c'est-à-dire des Dofrines). || Sönderborg, dans l'île d'Als (Sl. prussien); Sönderfjæld, la région au S. des m^ts Dofrines (N.); Sönder Jylland, le Jutland méridional, le Slesvig; Söndermarken, le parc de Frederiksberg, près de Copenhague, Söndersö, Söndervig (D.); Söndfjord, district de Norvège; Söndre Bergenhus et Söndre Trondhjem, préfectures de Norvège; Söndre Sand (N.).

Sör, *norv.* Sud (surtout en composition). || Sörby, Sörfjord, baie, Sörholte, Sörvaag (*anse méridionale*), place de pêcherie dans l'archipel des Lofoten (N.).

T

Taarn, n. *d.* tour, donjon; clocher (Cp. *torn*). — Taarnborg, château fort (à donjon). || Runde taarn, la Tour Ronde, à Copenhague, Taarnby, dans l'île d'Amager, devant Copenhague (D.).

Tall, f. *s.* et tallträd, n. *s.* pin. — Tallskog, forêt de pins.

Tange, c. *d.;* tangi, m. *i.* isthme, pointe de terre s'avançant dans la mer ou dans un fleuve (Cp. *tunga*). || Narboöre tange, flèche qui sépare le Limfjord de la mer du Nord (J.); elle est percée de bouches qui se déplacent de temps en temps (Cp. *Nyminde*).

Tegel, n. *s.;* tegl, c. ou n. *d.* tuile, brique. — Tegel-bruk, bränneri, *s.* tuilerie, briqueterie; — ugn, four à briques. — Tegl-brænderi, hytte, værk, *d.* tuilerie, briqueterie; — ovn, four à briques.

Telegraf, c. *d.;* m. *s.* télégraphe. — Telegraf-ledning, *d.;* linie, *d. s.* ligne télégraphique; — station, *d. s.* station télégraphique.

Terrass (pl. — er), m. *s;* terrasse (pl. — r), c. *d.* terrasse, gradin. Particulièrement les terrasses formées par d'anciennes moraines ou des apports d'alluvions.

Thing, Ting, n. *d.;* þing, n. *i.* assemblée, diète. En Islande, actuellement aussi paroisse dont le prêtre n'a pas de demeure fixe ou ne réside pas près de l'église (Cp. *Alþing, Folkthing, Landsthing, Storthing* et *Ting*). — Thinghu(u)s, *d.* palais de justice. — Thinglag, *norv.* la plus petite subdivision administrative de la Norvège (subdivision de la *fogderi;* Cp. *amt*). || þingmúli, þingvalla, vallée verdoyante à l'E. de Reykjavik, et nom d'un village et du plus grand lac de l'Islande, situés dans cette vallée; þingvellir (I.); Thingvold, église sur la baie de Thingvoldsvaag (N.).

Thor, m. *d. s.* (et Tor, *s.*), þór(r), m. *i.* le dieu Thor (dieu du tonnerre) de la mythologie scandinave. || Thorsburg, m^e dans l'île de Gotland (S.); Thorshavn, dans l'île de Stromö, port principal de l'archipel des Färöer; Thorskors, Thorslanda (S.); Thorsnuten, m^ts (N.); þórshöfn, þórsmörk, vallée (I.); Torshälla, Torskog, Torsö, île du lac Vener (S.).

Thorp (þorp), n. *i.* hameau, village (Cp.... *trup*).

Tilsig, n. *norv.* affluence. — Tilsigetstation, station de poste de commande (par opposition à *fæstestation*).

Timmer, n. *s.* bois de charpente ou de construction (Cp. *tömmer*). — Timmerplats, chantier. — Timmerskog, forêt de haute futaie.

Tind(e) (pl. tinder), c. *d.;* tind(r), m. *i.* sommet, pic, dent (de m[e]). || *Pics de m[es]* : Glitretind, Himmeltinder, dans l'île de Vestvaagö des Lofoten, Horungstinder (N.); Kálfstindr, volcan éteint renfermant des cavernes servant d'abri aux bestiaux (I.); Raudalstinder, Skarstind (N.); Slattaretindur, dans les Färöer; Suletind (N.); Tindfjalla-jökull, glacier (I.); Tindholm, îlot des Färöer; Trolltinderne (*les pics des sorciers*), m[ts] (N.).

Ting, n. *d.,* voy. *Thing.*

Ting, n. *s.* cour cantonale, assises (Cp. *thing*). — Tings-hus, palais de justice; — ställe, lieu où siège la cour cantonale. || Tinghög, tertre près d'Upsala, qui servait de tribune aux anciens rois pour haranguer la foule.

Tjern, tjærn, n. *norv.;* tjärn, m. *s.;* tjörn, f. *i.* étang, très petit lac. || Hellertjærn, lac (N.); Káritjörn, mare (I.).

Tjörn, torn, c. *d.* épine. — Tjörnegærde, tjörnegjerde, clôture d'épines.

Tó, f. *i.* place couverte d'herbe au milieu des rochers.

Toft (pl. — er), c. *d.* [1] enclos, champ ou pré dépendant d'une ferme. || Engeltofta, Fulltofta (S.); Toftemoen (N.); Vartofta, Örtofta (S.).

Told, c. *d.;* toll(r), m. *i.* douane (Cp. *tull*). — Told-bod, *d.* bureau de douane; — station, sted, station ou bureau de douane.

Top, c. *d.;* topp, m. *s.* sommet, cime, faîte ou pic de m[e]. — Toppunkt (*point culminant*), *d.* zénith. || Sukkertoppen (*cime en pain de sucre*) (Grönland).

Torf, n. *i.;* f. *s.* tourbe (Cp. *torv, törv*). — Torfgröf, *i.,* torfmosse, *s.* tourbière. || Torfnes, dans les îles Orkney (à l'Angleterre).

Torg, n. *i. s.* marché, place publique (Cp. *torv*). Ex. : Stortorg(et) (*le grand marché*), nom de places à Stockholm et à Malmö (S.).

Torn, *d.,* voy. *tjörn.*

Torn (pl. —), n. *s.* tour, donjon, clocher (Cp. *taarn*).

Torp, c. *d.* [2]; þorp, n. *i.* hameau. — Torp, n. *s.* hameau, ou petite terre exploitée par un tenancier corvéable. || Terminaison très fréquente, surtout en Suède : Anderstorp, Baggetorp, Björketorp (S.); Gottorp (Sl.); Grimstorp, Grästorp (S.); Græstorp (N.); Håkantorp, Igeltorp, Knutstorp, Krontorp, Magarethetorp, Munktorp, Ringstorp, Simonstorp, Skogstorp, Skuggetorp, Smedstorp, Stenstorp, Svenstorp, Torp, Torpshammar, Ulfstorp (S.), etc., etc.

Torr, adj. *s.* sec, desséché. — Torrdocka, bassin de radoub.

Torv, c. *norv.* tourbe (Cp. *torf, törv*). || Sandtorv (N.).

Torv, n. *d.* marché, place du marché, place publique (Cp. *torg*). — Torvhalle, marché couvert, halle. — Torvplads, place du marché. — Ex. : Halmtorv (*marché à la paille*), Kongens Nytorv (*marché neuf du roi*), places de Copenhague (D.); Stor torvet (*la grande place*), place de Kristiania (N.).

Tov, n. *d.* grosse corde, cordage, câble. — Tovbro, pont de cordages.

Trakt (pl. — er), m. *s.* et *norv.* région, contrée.

Trin, n. *d.* échelon, degré. — Trindal, vallée en terrasses ou en gradins (Cp. *terrasse*).

Trold, c. *d.;* troll, n. *i. s.* et tröll, *i. moderne,* génie malfaisant (ogre, gnome, lutin), sorcier, géant. || Trold hede, bruyère (J.); Troldtinder, m[ts] (N.); Trölladyngjá, Trolla gata (I.); Trolleborg (S.); Trolleholm, Trolleljungby et Trollenäs, do-

1. D'où la terminaison *tot,* si fréquente en Normandie : Criquetot, Le Tot, Lanquetot, Louvetot, Sassetot, Valtetot, Yvetot, etc.
2. D'ou Le Torp, en Normandie.

maines (S.); Trollhättan (*bonnet de sorcier*)[1], bourg célèbre par les belles chutes du Götaelf (S.).

..... **trup** (et ... rup, par perte du *t*, Cp. .... *rup*), terminaison fréquente en Suède et surtout en Danemark, rare en Norvège et en Islande. Elle vient de l'islandais þorp, hameau. || Aitrup (J.); Holmstrup (D.); Hostrup (Sl.); Stenstrup (S.); Svenstrup, dans l'île d'Als (Sl.).

Træ, n. *d.* arbre, bois; trä, n. *s.* seulement bois (Cp. *träd*). — Træbro, *d.* Träbro, *s.* pont en charpente. — Træ-gaard, have, *d.* verger; — grænsen, la limite de la végétation ligneuse; — hu(u)s (*s.* trähus) maison en bois; — skole, pépinière.

Träd, n. *s.* arbre (Cp. *træ*). — Trädgård (et Trägård) verger. — Trädskola, pépinière.

Träde, n. *s.* jachère. — Trädes-fält, gärde, åker, champ en jachère, friche, guéret.

Trække, *d.* tirer, traîner. — Træk-bom, barrière; — brönd, puits à poulie ou à bras; — vej, chemin de halage.

Träsk (pl. —), n. *s.* marais, marécage. || Träskholm, îlot (F.).

Trö, c. *norv.* enclos.

Tröll, *i.*, voy. à *trold*.

Tull, m. *s.* douane, bureau de douane (Cp. *told*). — Tull-bom, barrière de péage; — hus, bureau de douane; — station, station de douane (lieu où il y a une douane).

Tun, n. *norv.*; tún, n. *i.* cour, enclos, ferme. || Eskiltuna (v. de S[t] Eskil, l'apôtre du Södermanland (S.); Haftun, Optun (N.); Sigtuna, Skultuna, Suntertun, Tuna, ferme, Tunafors (S.); Tune (N.).

Tunga, f. *i.* (litt. *langue*) pointe de terre entre deux rivières à leur confluent, delta (Cp. *tangi*). || Kalmanstunga, Tungu-á, riv., Tungna-jökull, glacier, Tungufljót (*fleuve du delta*), riv. qui se divise en un grand nombre de bras (I.).

Tvede, c. *d.* langue de terre, petite presqu'île. || Tvede, Tvedestrand, Tvedtsund (N.).

Tvær, *d.* En composition, transversal (Cp. *tvär*, 2°). — Tvær-bane, chemin de fer transversal; — dal, vallée transversale; — dige, dæmning, chaussée en travers d'une rivière ou d'un bras de mer; — gade, rue traversière; — mu(u)r, mur transversal, batardeau; — sti, sentier de traverse; — vej, chemin de traverse.

Tvär, 1° adj. *s.* abrupt. — Tvärbacke, colline abrupte. — Tvärdjup, escarpé et profond; abîme, gouffre. — 2° En composition, transversal (Cp. *tvær*) : tvärgata, tvärgränd, rue traversière.

Tydsk ou **tysk**, adj. *d.*; tysk, *s.* allemand : Tydskebryggen, le quai des Allemands, à Bergen (N.); Tyskabron, le pont des Allemands, à Göteborg (S.); Tyskakyrkan, l'église allemande, à Stockholm, à Göteborg (S.). || Tyskestranden (N.).

Tyghus, n. *s.* arsenal (Cp. *töjhus*).

Tyk, adj. *d.* épais, d'où Tykeng, *norv.* pré bien fourni, gras pâturage.

Töjhu(u)s, n. *d.* arsenal (Cp. *tyghus*).

Töjr, n. *d.* corde pour attacher les bêtes qui paissent. — Töjregræs, pacage.

Tömmer, n. *d.* bois de construction, de charpente (Cp. *timmer*). — Tömmerplads, chantier de construction. — Tömmerskov, forêt de haute futaie.

Törv, c. *d.* tourbe (Cp. *torf, torv*). — Törv-egn, terrain tourbeux; — myr, *norv.* tourbière. — Törve-bund, grund, marais tourbeux; — grav, tourbière en exploitation; — mose, tourbière.

1. Ou peut-être *terreur des sorciers*, de l'islandais *hætta*, péril, danger (?)

U

Úbygđir, *i.*, voyez au mot *bygd*.

Ud, adv. *d.* en dehors, vers l'extérieur (Cp. *ut*). — Ud-gaard, ferme écartée (loin du village); — havn, port de refuge; — holm, île écartée; — hu(u)s, bâtiment de dépendance ou d'exploitation; — mark, pâturage écarté, en *norv.* pâturage de bois ou de coteau; — skjær, brisant éloigné de la côte; — slaat, *norv.* pré écarté; — ö, île éloignée de la côte. || Udgaarden, Udhuus, Udvig (N.).

Udde, m. *s.* pointe, promontoire, cap. || Hängöud, cap et port (F.); Smedsudden, villa, Uddeholm, Uddevalla (S.).

Udskibe, *d.* débarquer, décharger. — Udskibningssted, débarcadère.

Uföre, n. *d.* chemin impraticable; bourbier.

Ulf, m. *s.*; úlf(r), m. *i.*; ulv, c. *d.* loup (Cp. *varg*). || Ulfs fjord, baie (N.); Ulfslev (öster et vester) (D.); Ulfsnäs, Ulfstorp (S.); Ulfsvatn, lac (I.); Ulfö (S.).

Umdæmi, n. *i.* juridiction. L'Islande est divisée en quatre umdæmi, groupés deux à deux : 1° Suđur et Vestur umdæmi (provinces du S. et de l'O.) comprenant 14 *sýslur* et 103 *hreppar*, capitale Reykjavik; 2° Norđur et Austur umdæmi (provinces du N. et de l'E.), comprenant 7 *sýslur* et 66 *hreppar*, capitale Fridriksgáfa.

Upp, adv. *s. i.* en haut (Cp. *op.*). || Upperud, Upphärad, Upsala, capitale de l'ancienne province Upland, Uppåkra kyrka (S.).

Uppgrundning, f. *s.* ensablement, envasement.

Upplag, n. *s.* entrepôt. — Upplagsort, ville d'entrepôt.

Upplandning f. *s.* atterrissement, alluvion.

Utanverk, (pl. —), n. *s.* ouvrage extérieur, ouvrage avancé (de fortification).

Ut, adv. *s.*; út, *i.* en dehors, vers l'extérieur (Cp. *ud*). — Ut-hamn, *s.* port de refuge; — holme, petite île éloignée du rivage (dans un lac); — hus (*i.* útihús) bâtiment de dépendance, communs; — mark, champ écarté, pâturage commun; — skär, écueil éloigné du rivage; — ö (*norv.* öy), île à grande distance de la côte. || Utviken (N.); Utö (F.).

Útnorđr, *i.* le N.-O. — Útsuđr, *i.* le S.-O. (Cp. *landnorđr, landsuđr,* au mot *land*).

Uvejsom, adj. *d.* impraticable (se dit des chemins).

V

V. (sur les cartes de la Norvège), abréviation de *Vand*, lac.

Vaad, adj. *d.* mouillé, humide. — Vaadlænde, *norv.* terre humide, marécageuse.

Vaag, c. *norv.*; vág(r), m. *i.* petite baie, anse. || Kabelvaag, Storvaag, Sörvaag, Örsvaag, places de pêcheries dans l'archipel des Lofoten (N.); Ostvaagö, une des îles Lofoten, Repvaag, Vaagen (N.); Vaagö, île donnant son nom à l'un des six districts de l'archipel des Färöer; Vestvaagö, une des îles Lofoten.

Vad, n. *d. s.*; Vađ, n. *i.* gué. — Vadested, *d.*, Vadställe, *s.* endroit guéable, gué. || Hjeltevad, Svennevad (S.); Vadheim (N.); Vadsbro, Vadstena, Vadsö (S.).

Vađill et Vöđull, m. *i.* gué, endroit où un fjord ou un détroit peut être traversé à cheval (Cp. *Vejle*). || Vöđlar, Vođlaþing (I.).

Vág(r), *i.*, voy. *vaag*.

Vagt, c. *d.*; vakt, f. *s.* garde; corps de garde, poste. — Vagthu(u)s, *d.* corps de garde. — Vakttorn, *s.* tour de garde, donjon.

Val, c. *d.* (terme de pêcheurs) falaise.

Vall (pl. — ar), m. *s.* levée de terre, terrasse; rempart; chaussée, digue (Cp. *vold*). Aussi côte, rivage.

Vand (pl. — e), n. *d.* eau; en Norvège, aussi lac (Cp. *vatn, vatten*). — Vand-dam, étang; — fald, chute d'eau, cascade; rapides; — grav, fossé d'irrigation; — hvirvel, tourbillon d'eau, gouffre; — ledning, aqueduc; — mölle, moulin à eau; — pyt, pöl, flaque d'eau, mare; — svælg, tourbillon d'eau. || *Lacs de Norvège:* Bredhjemsvand, Gravensvand, Heimdalsvand, Hitterdalsvand, Jolstervand, Lange vand, Leir vand, Lungegaardsvand, Opheimsvand, Ringedalsvand, Sjödalsvand, Öifjordsvand, etc., etc.

Vandested et Vandingssted (pl. — er), n. *d.* abreuvoir.

Vang, c. *d.* prés ou champs entourés d'une clôture, clos. — Vang(r), m. *i.* jardin (Cp... *angr.*). || Gudvangen, Vang, Vangsnæs, Vossevangen (N.); Oxvang (J.).

Varde, c. *d.* perche de signal, pyramide servant d'amer. || Vardö, ville protégée par la citadelle de Vardöhuus (N.).

Varf, n. *s.* chantier de construction (Cp. *værft*).

Varg, m. *s.; c. norv.* loup (Cp. *ulf*); varg(r), m. *i.* loup, mais aujourd'hui renard. || Vargskären, îlots de Sveaborg (F.); Vargö, une des îles Lofoten (N.) et îlot de Sveaborg (F.).

Varm, adj. *d. s.;* varm(r), vörm, varmt, adj. *i.* chaud; thermal. || Varmá, riv.; Varmidalr, Varmi-lækr (I.).

Vas, *norv.* employé dans les n. de l. comme génitif de *vand.* || Vasenden (N.).

Vass, m. *s.* roseaux. || Gullbergs Vass, quartier de Göteborg, Vassbacken, Vassbotten, lac (S.).

Vatn (pl. vötn), n. *i.* eau; eaux, rivière; lac; Vatten, n. *s.* eau (Cp. *vand*). — Vattendelare, *s.* ligne de partage des eaux; — dämning, digue; — fall, chute d'eau, cascade; — hvirfvel, tournant d'eau, remous; — kuranstalt, établissement hydrothérapique; — ledning, aqueduc, conduite d'eau; — ledningskanal, canal de dérivation; — puss, flaque d'eau, mare; — qvarn, moulin à eau. || *Lacs d'Islande :* Hvitárvatn, lac d'où sort la riv. Hvitá (*eau blanche*), Ísholtsvatn, petit lac, Lángavatn, Laugarvatn (*lac des sources thermales*), Ljósavatn (*eau claire*), lac (et n. de l.), Mývatn (*lac des cousins*), le plus beau lac de l'Islande, Sandvatn, Ulfsvatn, etc. — Vatna-Jökull, le plus grand glacier de l'Islande, couvrant le dixième de l'île. — Vatneyri, n. de l. (I.).

Veg(r), m. *i.;* vei, vej (pl. — e), c. *d.* chemin, route (Cp. *väg*). — Vej-bane, *d.* chaussée; — kort (*norv.* kart), carte routière; — möde, bifurcation, carrefour; — overgang, passage à niveau (sur chemin de fer); — pæl, pierre milliaire, poteau indicateur de route; — skjel (ou skille, *norv.*), point de bifurcation, croisée de routes; — stolpe (*norv.*), poteau de section (indiquant le nom du propriétaire chargé de l'entretien d'une certaine étendue de chemin); — stötte, colonne milliaire; — told, péage. || Drammensvejen (*la route de Drammen*), nom du quartier élégant de Kristiania (N.).

Veiði, f. *i.* pêche, pêcherie. — Veiði-staðr, strönd, stöð, station de pêche; — vatn, lac à poissons.

Vejle, veile, c. *d.* gué, passage sur un bras de mer; fond émergé. || Vejlby (J.), Vejle (D.).

Vejr, n. *d.* temps (état de l'atmosphère); vent (Cp. *väder*). — Vejrmölle, moulin à vent.

Vejt, veit, c. *norv.* fossé de desséchement. || Smiltsveit, île du Hardanger fjord, Veitestrand, nom d'un lac (N.).

Vellir, m. *i.* pl. de *völlr* (voy. ce mot).

Vesl, n. *norv.* fontaine.

Vest, n. *d. s.;* vestr, n. *i.* Ouest. En composition, ainsi que vestan, *s.*, vesten, *d.* occi-

dental. — Vestlig, adj. *d. s.*, vester, *d.*, vestra, *s.* occidental. || Vester-botten, Botnie occidentale, un des quatre gouvernements du Norrland suédois; — Götaland, Vestrogothie (S.); — havet, *d.* (*la mer de l'O.*) la mer du Nord; — norrland, un des quatre gouvernements du Norrland suédois; — aalen, chaîne d'îles prolongeant les îles Lofoten vers le N. sur la côte occidentale de la Norvège. — Vester Svartö, un des îlots de Sveaborg (F.); Vestra Silen, lac (S.); Vestur Umdæmit (*la province de l'O.*), une des quatre subdivisions de l'Islande (voy. *umdæmi*). — Vest-fjord, grand golfe ou détroit entre la côte de la Norvège et les îles Lofoten; — landet, *norv.* la Norvège d'à l'O. des monts, et dans un sens plus étroit les environs d'Arendal; — manland, ancienne division de la Suède. — *Noms de lieu :* Vestby, Vestnæs (N.); Vestervik, Vesterås, Vestra Husby (S.); Vestri Rangá, riv. d'Islande.

Vidd, m. ou f. *s.*; vidde, c. *d.* vaste étendue. En Norvège, désert inculte, espace morne et désert.

Vig (pl. — er), c. *d.*; vik (pl. — ar), m. *s.*; vík, f. *i.* baie, anse, crique; golfe. || Très fréquent en terminaison de n. de l. : Almvik, Björnviken (S.); Breivik, Brevig, Budvik (N.); Burgsvik, dans l'île de Gotland (S.); Dimmelsvig (N.); Forsvik (S.); Gamvig, Gulsvig, Horsevik (N.); Húsavík (I.); Kjelvik, dans l'île de Magerö (N.); Krisuvík (I.); Kyrkviken, Källvik, Lakvik (S.); Langvik, Lervig, Mossviken, Omvikedal, vallée, Ramsvig (N.); Reykjavík, capitale de l'Islande; Rorvig (N.); Rättvik (S.); Sandvigen, Smedevig (N.); Storvik (S.); Torvig, Ulvik (N.); Upernavik (Grönland); Utviken, Vaatevik (N.); Valdemarsvik, Vestervik (S.); Vig (D.); Vigedalsören, Vigeland, Vigen, Viglandsfos, cascade, Vik (plusieurs), Vikedal (N.); Viken (S.); Viks vand, lac, Vikör (N.), etc., etc.

Vika (pl. vikur), f. *i.* mille (géographique).

Vild, adj. *d. s.* sauvage. — Vildmark, *d. s.* terre inculte, lande. — Vildmose, *d.* bruyère (ou lande) marécageuse.

Vildt, n. *d. s.* gibier. — Vildt-bane, *d.* réserve de chasse; — gærde, *d.* clôture de parc; — stade, *d.* parc réservé.

Vi(i)n, c. *d.*; vin, n. *s.*; vín, n. *i.* vin. — Viinhuus, Vinhus, *d.* cabaret, taverne.

Vinter, c. *d.*; m. *s.* hiver. — Vinter-bo(lig), *d.* et — bostad, *s.* habitation d'hiver; — hamn, *s.*, havn, *d.* port d'hivernage; — stade, station, *d.* station d'hiver; — vej, *d.* route d'hiver.

Vold (pl. — e), c. *d.* levée de terre; rempart, boulevard (par exemple nörre vold, vester vold, öster vold, à Copenhague) (Cp. *vall*). En Norvège, aussi pelouse. — Voldkjælder, casemate. — Voldrev, barrière de récifs. || Aarlivold (N.); Agersvold (D.); Bækkevold, Börsvolden, Brandvold, Eidsvold, ville où s'est conclu, en 1814, le pacte d'union entre le roi de Suède Charles Jean et le storthing norvégien, Hanevold, Jensvold, Kongsvold, un des refuges établis par le gouvernement norvégien dans le Dovrefjeld pour la sûreté des voyageurs, Lekvold, Sundvolden, Thingvold, église sur la baie de Thingvoldsvaag, Tyvold, Volden (N.).

Våg, f. *s.* 1° onde, lame d'eau. — Vågbrytare, brise-lames. — 2° Balance. — Våghus, balance publique, bureau de pesage.

Väder, n. *s.* temps (état de l'atmosphère) (Cp. *vejr.*); vent. — Väderqvarn, moulin à vent. || Väderbrunn, Väderöarne (*les îles du mauvais temps*), archipel renfermant le phare de Väderöbod (S.).

Väg (pl. — ar), m. *s.* chemin, route (Cp. *vej*). — Väg-karta, carte routière; — möte, carrefour de chemins; — skilnad, skäl, bifurcation de route; — stolpe, poteau milliaire; — visare, poteau indicateur, colonne itinéraire; — öfvergang, passage à niveau.

Væld (pl. —), n. *d.* et Vældekilde, source d'eau vive (Cp. *kvæld*).

.....vær, *norv.* terminaison indiquant *lieu où l'on recueille :* Dunvær, lieu où l'on recueille l'édredon; Fiskevær, lieu propre à la pêche; Fuglevær, ægvær, lieu où l'on recueille le duvet et les œufs des oiseaux de mer. || Borgevær (N.); Henningsvær, groupe d'îlots au S.-O. d'Ostvaagö (des Lofoten), Være, île (N.).

Värd, m. *s.* hôte, hôtelier (Cp. *vært*). — Värdshus, auberge.

Værft (pl. — er), n. *d.* chantier de construction navale (Cp. *varf*).

Værk (pl. — er), n. *d.* ouvrage (de fortification); usine.

Värn, n. *s.;*værn, n. *d.* défense; boulevard, rempart. || Frederiksværn, arsenal de la marine militaire norvégienne (N.); Gustafsvärn, fort (F.).

Vært, c. *d.* aubergiste, hôtelier (Cp. *värd*). — Værtshu(u)s, auberge, cabaret.

Vöđull, voy. *Vađill.*

Völl(r), m. *i.,* pl. vellir, champ, prairie. || Austurvöllr (*square de l'Est*), nom de la place publique de Reykjavik, Hveravellir, Olafvellir, Reykjavellir, Stóruvellir, Þingvellir (I.)

Vör, f. *i.* atterrage, petit port naturel au fond d'une crique. || D'où la terminaison *vör* assez fréquente en Norvège : Appelvör, Risvör, etc.

Y

(Y se prononce *u* en danois et en suédois; *i* en islandais.)

Ydre, adj. *d.* extérieur; en composition *yder* (Cp. *yttre*). — Ydergrav, avant-fossé; Yderhavn, avant-port.

Ysteri, *norv.* fromagerie.

Yttre, adj. *s.;* ytri, *i.* extérieur; en composition *ytter* (Cp. *ydre*). || Ytterböl, Ytterdals sæter, chalets (N.); Ytternäs, cap.

Þ (islandais).

Þing, Þór, Þorp, voy. à *Th...*

Å (suédois).

(*å* se prononce *ô* ouvert; répond à *aa* danois et *á* islandais.)

Å (pl. åar), f. cours d'eau, rivière (surtout petite). — Åkant, bord de rivière. — Åmynning, embouchure de rivière. || 1° *Cours d'eau :* Luleå, Piteå, Skellefteå, Torneå (limite entre la Suède et la Russie), Umeå, affluents du golfe de Botnie (aussi appelés Lule-elf, Pite-elf, etc.), Köpingså (*riv. de Köping*), Kolbäckså, Säfveå (*riv. aux joncs*) (S.); Uleå (F.). — 2° *Noms de lieu :* Åby, Åbyn, Åbäcksnäs, Åhus (S.); Åland, Ålandsöarne, les îles d'Åland (dépendant de la Finlande), Ålandsskären, l'archipel d'Åland; Åryd (S.); Borgå (F.); Bureå, Laxå, Luleå, Piteå, Rickleå, Skellefteå, Storå, Svanå (S.); Torneå, village russe, Uleå ou Uleåborg (F.); Umeå (S.).

Åbo, m. tenancier, habitant (d'un village). || Åbo (F.).

Åbygnad, m. bâtiment, constructions.

Åker (pl. åkrar), m. champ (Cp. *ager*). — Åker-fält, champ (surtout de blé), guéret; — jord, terre labourable; — kerren, lisière d'un champ labouré. || Åker, Åkersberg, domaine, Åkerö, île, Finnåker, Melsåker, domaine, Vallåkra, Vingåker (S.).

Ånga, f. vapeur. — Ång-bränneri, distillerie à vapeur; — båt, bateau à vapeur; — båtsbrygga, quai, embarcadère de bateau à vapeur; — båtslinie, båtsled,

ligne de bateaux à vapeur; — färga, bac à vapeur; — hammare, marteau-pilon à vapeur; — qvarn, moulin à vapeur; — såg, scierie à vapeur.

Ås (pl. — ar), ligne de faîte, arête, crête (Cp. *aas* et *ra*). Les *åsar* sont des espèces de remparts (ou de moraines) de 6 à 60 mètres de hauteur qui se prolongent presque sans interruption à des distances considérables. || Alingsås, Aringsås, Borås, Fagerås, Hallandsås, hauteur, Högåsen, Lindås, Mosås, Målerås, Vesterås, Åsbro, Åsby, Åsen, Åstorp (S.).

Åsgrop (pl. — ar), f. Les *åsgropar* sont des entonnoirs circulaires ou elliptiques ayant jusqu'à 300 mètres de tour et de 3 à 20 mètres de profondeur, traces d'anciens remous dans les åsar.

Ä (suédois) et Æ (danois et islandais).

Ælm, m. *d.* et ælmtræ, n. *d.* orme (Cp. *alm*).

Anda, ände, f. *s.* fin, extrémité (Cp. *ende*). || Sjöända (*extrémité du lac*), lieu de débarquement sur le lac de Bergsjö (S.).

Äng, f. *s.*; æng, *d.* (voy. *eng*), prairie, pré. — Ängsmark, pays d'herbages, prairies. || Barnängen, Kungsängen (S.).

Ö (ordinairement écrit ø en danois).

Ö (pl. öar), f. *s.*; ö, öe (pl. öer), c. *d.* île. (Pl. défini öarne, *s.*, öerne, *d.* les îles) (Cp. *ey*). — Öflock, *s.*, ögrupp, *s.*, ögruppe, *d.* et öhav, *d.* groupe d'îles, archipel. 1° Iles. *En Danemark :* Kristiansö, îlot près de l'île de Bornholm, Læsö, Samsö, Seierö, Ærö. — Les îles Færöer (*îles aux moutons*) appartenant au Danemark, et parmi elles : Fuglö (*île aux oiseaux*), Naalsö (*île à l'aiguille*, c'est-à-dire percée de part en part), Norderö, Osterö, Sandö, Stromö, Suderö, Svinö (*île aux cochons*), Vargö (*île aux loups*). — *En Norvège :* Fuglö (*îlot des oiseaux*), Gaasö (*île aux oies*) près Kristiania, Helgeö (*île sainte*), Hestmandsö (*île du cavalier*), Hindö (*île de la biche*), la plus grande des îles Lofoten, Hvalöer (*îles aux baleines*) à l'E. du Kristiania fjord, Langö (*île longue*), Magerö (*île maigre*) renfermant le cap Nord et Rolfsö, à l'extrémité septentrionale de l'Europe, Sandö (*île sablonneuse*), nom fréquent en Scandinavie; Stavö, Tranö, Vestvaagö et Ostvaagö dans les Lofoten, Vardö, etc., etc. — *En Suède :* Adelsö et Björkö (*île aux bouleaux*) dans le lac Mälar; Bromö, Kollandsö, Thorsö et Trollö (*île aux sorciers*) dans le lac Vener; Gåsön (*l'île aux oies*), Hanö (*île du coq*), Malmön, Muskö, Saltsjö-öarne (voy. au mot *Salt*); Sandö, Skaftöland, Säfö (*île aux joncs*); Visingsö, la plus grande île du lac Vetter; Väderöarne (voy. au mot *Väder*), Åkerö, Öland, grande île sur la côte orientale, etc. — *En Finlande* (à la Russie) : Ekerö et Prestö, deux des îles d'Åland; Svartö (*île noire*), nom de trois îlots de Sveaborg, savoir Lilla-Öster-Svartö, Stora-Öster-Svartö, et Vester Svartö; Vargön (*l'île aux loups*), îlot de Sveaborg. — 2° Noms de lieux. *En Danemark :* Aalsö, Faxö, Kalö, Nexö dans l'île de Bornholm. — *En Norvège :* Bodö, Dingö, Kragerö, Stromö, partie de la v. de Drammen, Tromsö, Vardö, Östvaagö. — *En Suède :* Dalarö, station balnéaire, Hornsö, Malmö, port, Ulfö, Vexiö, etc.

Öde, adj. *d. s.* désert. — Ödegaard, *d.*, ödeshemman, *s.* ferme (ou terre) non exploitée.

Öfre, adj. *s.* supérieur, d'en haut (Cp. *övre*).

Öfver, prép. *s.* sur, au-dessus. — Öfver-körsväg, passage à niveau; — ståthållare, gouverneur général, préfet de la capitale, — ståthållareembete, préfecture (de Stockholm); — svämning, inondation, débordement.

Ögr, n. *i.* petite baie, crique. || Ögr, n. de l. (I.).
Öl, n. *sc.* bière. — Öl-bryggeri, *d. s.* brasserie; — have, *d.* estaminet avec jardin; — hus, *d.*, hús, *i.*, knejpe, *d.*, kro, *d.*, krog, *s.* cabaret, estaminet; — kjælder, *d.* cave où l'on vend de la bière; — stuga, *s.* débit de bière, estaminet.
Ör, n. *s.* gravier, sable grossier; *norv.* barre, banc de sable à l'embouchure d'une rivière (Cp. *aur* et *eyri*). || Helsingör (Elseneur) à l'entrée du Sund, Korsör, port (D.); Kungsör (S.); Lärdalsören (N.); Skanör (S.); Sundalsören, Suredalsören, Vigedalsören (N.); Örebro (S.); Öresund, le Sund, détroit séparant la Suède du Danemark; Örsjö (S.); Örsnæs, Örsvaag, places de pêcheries dans les îles Lofoten (N.); Örtofta (S.).
Öræfi, n. *i.* désert, pays de côte inhospitalière. || Öræfa-jökull, m[t] (I.).
Örlog, voy. *orlog.*
Öst, östen, n. *d, ;* öster, m. *s.* Est, orient (Cp. *auster, ost*). En composition öst, öster, *d.*, östan, öster, *s.* oriental (östergade, *d.* rue de l'Est, östkyst, *d.* côte orientale, etc.). — Östlig, adj. *d. s.*, östra, *s.*, östre, *d.* oriental. || Öster-botten, *d. s.* Botnie orientale (S.); — götland, *d. s.* Ostrogothie (S.); — sjön, *s.*, söen, *d.* (*la mer orientale*) la mer Baltique. — Östlandet, la partie S.-E. de la Norvège; Öst-Lofoten, un des districts de l'archipel des Lofoten (N.). — Öster-Dybböl (Sl.); Öster-jökull, glacier (I.); Öster svartö (lilla et stora —) deux îlots de Sveaborg (F.); Öterssund, Öster Tibble, Östhammar, domaine, Östrabo, Östra Silen, lac (S.).
Övelsesplads, c. *d.* place d'exercice, polygone.
Övre, adj. *d.* supérieur (Cp. *öfre*). Opposé à *nedre :* övre et nedre Vasenden (N.); Övrehus, Övre Romerike, plaine (N.).
Öx (pl. et gén. sing. öxar), f. *i.* hache. || Öxará, öxar-fjörðr (I.).
Öxen, öxne, pl. *d.* de oxe (voy. ce mot). — Öxen-hu(u)s, stald, étable à bœufs; — torv, marché aux bœufs.
Öxn, pl. *i.* de uxi (voy. à *oxe*).

M. Arthur RAFFALOVICH

LES LOGEMENTS D'OUVRIERS AUX ÉTATS-UNIS [1]

I. — LES TENTATIVES FAITES PAR L'INITIATIVE PRIVÉE A NEW-YORK POUR CONSTRUIRE DES LOGEMENTS SALUBRES A BON MARCHÉ ET POUR AMÉLIORER LES MAUVAISES HABITATIONS EXISTANTES.
II. — LES ASSOCIATIONS DE PRÊTS ET DE CONSTRUCTIONS DE PHILADELPHIE ET DU MASSACHUSETTS.

— *Séance du 13 août 1886.* —

Les habitants de New-York ont marché sur les traces des Sociétés anglaises. *Improved industrial Dwellings*, etc., de Miss Octavia Hill, et ils avaient sous les yeux les bons résultats obtenus à Brooklyn par un

1. Consulter: *Improved Dwellings for the laboring classes,* par M. A. White. 1879. — *Better homes for Workingmen,* du même. 1885. — *Homes for the people,* par R. Paine. 1882.

Américain, M. White. Vous savez qu'en Angleterre la démonstration a été faite qu'on peut construire des logements salubres à bon marché et qui soient un bon placement d'argent.

L'*Improved industrial dwellings Company,* qui existe en Angleterre depuis 26 ans, loge 25,000 personnes, elle a dépensé 24 millions de francs, distribué 5 p. 100 à ses actionnaires et amassé un fonds de réserve considérable. Miss Octavia Hill a montré d'autre part ce que peuvent obtenir l'influence personnelle, le contact direct avec les habitants des quartiers pauvres, comment on peut les habituer peu à peu à la propreté, à l'ordre. Elle a loué en 1864 quelques maisons dans les quartiers insalubres, elle les a mises en état, faisant travailler les locataires disposés à cela, à l'œuvre de restauration, elle a mis dehors les gens bruyants, désordonnés et peu à peu elle est parvenue à améliorer la situation physique et morale. En même temps elle opérait d'une façon strictement commerciale, sans chercher à faire de la philanthropie gratuite, qui aurait démoralisé ceux qui en auraient été l'objet. L'exemple de Miss Octavia Hill a été fécond en imitateurs en Angleterre, aux États-Unis, en Allemagne même.

Dans l'État de New-York, M. White a été le premier sur la brèche. Il a cherché la solution du problème des logements salubres, à bon marché, qui forment un bon placement et il l'a trouvée. Ce négociant de Brooklyn (cité séparée de New-York par un bras de l'Hudson large de plusieurs kilomètres) a commencé par construire en 1876 une série de cottages en briques de six pièces chacun, loués 90 fr. par mois et ayant coûté sans le terrain 5,500 fr. Avec quelques amis, il a donné de l'extension à l'entreprise, transformée plus tard en société anonyme au capital de 1,250,000 fr. A côté de ces cottages, on a construit de grandes maisons de location avec tous les perfectionnements de nature à contribuer au confort et à la salubrité. Les immeubles ont une valeur de 1,255,000 fr. La société a un fonds de réserve de 100,000 fr., plus 40,000 fr. mis en réserve pour les réparations. Dès le début on a distribué 6 p. 100 aux actionnaires ; les recettes moyennes brutes s'élèvent à environ 14 p. 100 du capital. L'entretien, l'amortissement, les taxes représentent chacun 1/3 des dépenses annuelles. Les taxes s'élèvent à 22,190 fr., la redevance pour l'eau à 4,800 fr. La compagnie a introduit une innovation destinée à encourager les locataires dans la voie de la régularité, de l'ordre et de l'économie. Elle bonifie 10 p. 100 aux locataires qui paient 4 semaines de loyer à l'avance ; un cinquième en profite toujours, 2/5 de temps à autre. En outre si un locataire a demeuré toute l'année et s'il a payé régulièrement, s'il n'a donné lieu à aucune plainte, il reçoit au bout de l'année un dividende de 25 ou 50 fr., suivant le nombre de pièces qu'il occupe. En 1885, sur 216 lo-

cataires, 141 ont participé au dividende qui a absorbé 6,275 fr. L'*Improved dwellings Company* de Brooklyn dispose dans les divers immeubles de 269 locaux, dont 18 sont des boutiques. La population s'y élève à 1,059 têtes, dont 863 sont des adultes ou des enfants de plus de 5 ans. Le loyer par mois varie, pour 2 pièces, de 32 à 40 fr., 3 pièces de 44 à 52 fr., pour 4 de 48 à 59 (chaque appartement a un office), escompte et dividende déduits.

A New-York, l'*Improved dwellings Association* a été créée en 1879 avec un capital de 1,250,000 fr., porté en 1882 à 1,500,000 fr. en actions de 500 fr. Elle est l'un des fruits de la campagne si vigoureusement entamée en 1878. Les terrains et les bâtiments ont coûté 1,400,000 fr. Le plan a la forme d'un carré ouvert à l'ouest avec 218 appartements, 12 boutiques, caves, lavoirs, salles de bains et une salle de lecture.

Les cours sont asphaltées, les lavoirs chauffés à la vapeur, de l'eau à chaque étage, des ascenseurs pour le charbon et les articles pesants, des tuyaux de descente pour les cendres. Les appartements sont de 2 à 4 pièces, avec lavoir 5 pièces. Chacune des 635 pièces a une ou plusieurs fenêtres ouvrant sur l'air extérieur. Il y loge 1,200 personnes. Les loyers varient de 38.25 à 73.75 fr. par mois. La discipline est suffisante pour combiner le sentiment de la liberté individuelle avec le respect de ce qui est dû au bien-être de la communauté. Le contraste est frappant avec les autres casernes de location. Les loyers se paient d'avance.

A Boston, il existe depuis 1871 la *Boston cooperative Bank,* au capital de 1,500,000 fr.; elle a une réserve de 140,000 fr., elle a encaissé en 1884 près de 100,000 fr. de loyer, dépensé 30,000 à 40,000 fr. en réparations, entretien, etc. Les frais généraux sont minimes. Sa plus grande propriété, Canton Street Estate, a coûté 750,000 fr. en 1873 et a rapporté net près de 50,000 fr. La société de Boston construit de petites maisons qu'elle vend contre versement mensuel; dans les dernières années, afin d'atteindre le pauvre (le *very poor*), elle a loué des maisons insalubres, les a mises en état et les sous-loue. C'est une spéculation qui a donné à Boston d'excellents résultats financiers. J'oubliais de dire que, dans ces diverses sociétés, le dividende est limité à 6 ou 7 p. 100. Les maisons modèles sont au-dessus de la portée des classes tout à fait inférieures. Pour arriver jusqu'à elles, le système de Miss Octavia Hill est plus efficace. A New-York, Miss Collins a été la première à l'œuvre; elle a loué et acheté divers immeubles dans le plus triste état, les a améliorés et, grâce à ses efforts personnels, le niveau des habitants s'est élevé également. Elle a touché en 3 ans près de 40,000 fr. de loyer; les non-valeurs ont été de 1 $^1/_2$ p. 100. Les trois

premières années, le revenu a été de 4 p. 100; en 1883 il s'est élevé à 6 p. 100. Elle n'est pas la seule qui fasse de la charité pratique ainsi entendue à New-York; d'autres personnes l'ont suivie dans cette voie. A Boston, MM. Lincoln, et à Philadelphie, Miss Wright, prêchent d'exemple.

A New-York, dit M. White, les ouvriers n'apprécieraient que difficilement les avantages d'une législation semblable à celle du Massachusetts ou de la Pensylvanie sur les associations de prêts et de constructions. Il faut d'abord leur montrer la possibilité et le confort de petites maisons séparées. Dans toutes les entreprises qui nécessitent des capitaux considérables, les petits capitaux n'ont de courage qu'en voyant le succès obtenu par les gros. Établissez que de petites maisons sont une bonne affaire et il sera moins difficile de persuader à des gens dont les ressources sont médiocres de s'associer ensemble *for cooperative building purposes*. On peut faire valoir bien des considérations majeures pour encourager la création d'ouvriers propriétaires, considérations morales, sociales, économiques. J'en indiquerai une en passant, c'est qu'au point de vue de l'administration locale, de la bonne gestion des finances municipales, il importe que les habitants s'y intéressent le plus possible. Tant qu'ils sont locataires, ils paient leur part de taxation par suite de la répercussion naturelle, et si les impôts augmentent sur la propriété foncière, le loyer renchérit, mais cela ne se voit pas du premier coup; de plus, si le loyer devient trop lourd, ils déménagent. La situation d'un propriétaire est autre : si petite que soit sa maison, il est directement intéressé à ce que l'autorité locale ne fasse pas de prodigalités inutiles.

Il me reste à vous exposer le système d'association de petits capitaux qui a si admirablement réussi à Philadelphie, la ville des *homes* par excellence, où il est pratiqué depuis 1840, et qui, depuis 1877, a été acclimaté à Boston et dans d'autres villes du Massachusetts. Le contraste entre Philadelphie et New-York est considérable. Tout d'abord le taux de mortalité est de 25 p. 100 moindre à Philadelphie; de plus, la densité de la population est loin d'atteindre le degré inouï auquel elle est arrivée à New-York. D'après les chiffres du recensement de 1881, nous voyons à New-York 73,684 maisons à 16,37 personnes, 243,157 familles de 4,96 personnes pour une population de 1,200,000 habitants dont 727,000 indigènes; à Philadelphie, 146,000 maisons à 5,79 personnes, 165,000 familles de 5,13 pour 847,000 habitants dont 642,000 natifs; à Brooklyn, 62,233 maisons à 9,11 personnes, 115,000 familles de 4,96 personnes pour 566,000 habitants; à Boston, 43,944 maisons à 8,26 personnes, 72,000 familles de 4,99 personnes pour 362,000 habitants dont 248,000 indigènes.

D'après des données plus récentes, il y aurait aujourd'hui à Philadelphie 170,000 maisons pour une population de 900,000 âmes, dont 185,000 sont des ouvriers. Le nombre des propriétaires est très restreint à New-York, il est très considérable à Philadelphie, et dans cette ville, il y a 40,000 ou 50,000 ouvriers propriétaires. N'est-ce pas que la différence est prodigieuse? Il est vrai que Philadelphie n'est pas resserré dans une île comme New-York, qui est comprimé dans l'île de Manhattan entre deux bras de l'Hudson. Le terrain sur lequel Philadelphie a été bâti permet une extension illimitée. Aussi chaque année la cité s'entoure d'un nouvel anneau de petites maisons coquettes en briques rouges, à deux ou trois étages, bâties dans les faubourgs. Ces maisons sont la demeure d'une seule famille, d'un ouvrier, d'un artisan, d'un commis, de gens en un mot qui dépendent de leur salaire journalier ou mensuel. Rien de plus surprenant que ce contraste entre les énormes casernes de New-York, bondées de la cave au grenier, renfermant souvent plus de 20 familles, et les lignes de maisons proprettes de Philadelphie, renfermant chacune le *home* d'une seule famille. Philadelphie a longtemps tiré gloire de la circonstance que, chez elle, tout homme industrieux peut, s'il en fait l'effort, devenir propriétaire de sa propre maison ou tout au moins le locataire d'une maison séparée. Nous avons vu qu'à Philadelphie la santé publique est meilleure qu'à New-York. Au point de vue des dépenses de l'Assistance publique, la comparaison est également favorable, puisque avec ses 800,000 habitants, Philadelphie ne dépense guère plus que Boston qui en compte 360,000.

Les habitudes de la population ouvrière sont différentes à Philadelphie ; elle ne craint pas d'aller se loger dans les faubourgs et de faire deux fois par jour un trajet d'une heure ou de trois quarts d'heure en chemin de fer. Le système des *street railways* n'est nulle part aussi développé qu'à Philadelphie ; grâce à lui, toutes les parties de la ville sont en relation rapide et commode, le faubourg le plus éloigné est accessible. En 1875, quinze compagnies ont transporté 68,700,000 voyageurs et encaissé près de 25,000,000 de francs. Depuis lors le trafic a fait d'énormes progrès, et le nombre des voyageurs transportés par an doit approcher de 90,000,000.

C'est à l'aide de l'association des petits capitaux que la capitale de la Pensylvanie a obtenu un résultat aussi avantageux que celui qui dérive de la possession ou tout au moins de l'habitation d'une maison par chaque famille. Les associations coopératives pour l'acquisition de maisons prennent diverses formes. A Londres, des sociétés se sont créées pour acheter le terrain, le morceler en lots, construire les maisons et les vendre sur la base de versements mensuels qui représentent

l'intérêt et l'amortissement. D'autres compagnies sont organisées, comme des caisses d'épargne et accordent à chaque déposant la faculté d'emprunter sur hypothèque.

Le meilleur exemple de ces associations est à Philadelphie où il en existe plusieurs centaines, 500 ou 600. (En 1875, elles avaient des capitaux atteignant près de 125,000,000 de fr.) Grâce à elles, la cité a vu sa population industrielle, jusqu'aux classes les plus pauvres, pourvue d'un foyer lui appartenant en propre.

Parmi les circonstances qui ont favorisé Philadelphie comparativement à d'autres villes, il faut citer le système de *Ground rents* (rentes du sol) qui est un legs du temps de W. Penn.

Lorsqu'un ouvrier, gagnant un salaire journalier modeste, est résolu à avoir sa propre demeure, il va dans les faubourgs les plus éloignés du centre et achète un lot de 6 mètres de façade sur 30 de profondeur pour 1,000 fr. ; il ne paie rien comptant, mais il prend l'engagement de payer une rente annuelle de 60 fr. ou 6 p. 100. Aussi longtemps qu'il s'acquitte régulièrement, le *ground landlord* ne peut lui demander le capital.

Après cela, l'ouvrier s'affilie à une *Building Association* et prend, par exemple, cinq actions. Il verse sur chaque action 5 fr. par mois, et comme il y a, par exemple, 1,000 actions, la *Building Association* recueille chaque mois 5,000 fr. Cet argent est mis aux enchères parmi les membres, les offres allant de 25 cent. à 1 fr. de prime. C'est-à-dire l'enchérisseur qui obtient l'argent a consenti à payer outre ses 5 fr. par action, 25 fr. sur les cinq actions, — 25 fr. chaque mois, pour l'intérêt sur l'avance de 5,000 fr. et la prime, c'est-à-dire 360 fr. Avec ses 5,000 fr., il fait un contrat avec un constructeur qui lui bâtit une maison de 4 mètres et demi de façade sur 11 de profondeur, avec un puits, une pompe, un jardin. Au rez-de-chaussée, un parloir, une salle à manger, une cuisine.

Le résultat financier s'établit comme suit :

Ground rent par an, 6 p. 100 sur 1,000 fr.	60 fr.	
Versement sur les actions, 25 fr. par mois	300	
Intérêt et prime sur l'avance	360	
	720 fr.	
Il faut y ajouter la taxe de 2 p. 100 sur 4,000 fr. valeur estimée de la maison.	80	800 fr.

Ainsi, pour 66 fr. par mois, impôt compris, il a sa maison pour lui seul, dans laquelle la santé morale et physique des siens est à l'abri de la contagion des casernes. L'achat du terrain a eu lieu sur la base d'une hypothèque qui n'échoit jamais, tant que les intérêts sont payés exactement. Ce mode de transfert de la propriété est devenu si familier à

Philadelphie que le prix des terrains vacants est basé sur la rente annuelle.

La *Building Association* est un facteur important dans la transaction. Voici la relation entre elle et l'ouvrier qui aspire à devenir propriétaire : celui-ci emprunte 5,000 fr. argent comptant et il s'engage à en rembourser 6,000 avec l'intérêt. Il est débité de 6,000 fr. En payant 300 fr. par an, il lui faudrait 20 ans. A la fin de ces 20 ans, les actions valant 6,000 fr., il cesse de payer et sa maison lui appartient. Mais en fait il participe dans les profits ; la prime et l'intérêt qu'il paie servent au remboursement. Il suffit, dans la pratique, de 10 à 12 ans pour le mettre en possession intégrale. Ainsi il est à la fois le capitaliste qui prête l'argent et encaisse les profits faits sur le prêt ; d'autre part, il est l'emprunteur qui paie pour l'usage de l'argent.

Les associations avancent l'argent seulement sur une garantie suffisante ; elles sont administrées économiquement et honnêtement. A côté des maisons construites par les propriétaires, il y a des îlots entiers bâtis par des entrepreneurs et revendus par eux en détail à des acheteurs qui se procurent l'argent dans les *Building Associations*.

A la réunion de 1878 de l'*American social science Association*, un rapport a été fait sur les centaines de *Building Associations* de Philadelphie. On y constate qu'elles ont moins éprouvé la pression des temps que la plupart des entreprises ; elles étaient libres même de la perspective d'une crise. Elles sont remarquablement saines et prospères. Dans les moments de stagnation générale des affaires, elles font seulement moins de bénéfice, la demande d'emprunter étant moindre. Cela a pour résultat de prolonger le moment où les actions sont libérées.

Je ne sais si j'ai été suffisamment clair. Le sujet me semble assez intéressant pour que je revienne sur le mode de procéder ; un certain nombre de personnes forment une coopération en se conformant aux prescriptions légales et émettent des actions d'une valeur finale de 1,000 fr. par exemple, sur lesquelles le détenteur fait un versement mensuel de 5 fr. par action. La somme reçue en versements mensuels plus les amendes de retard et les intérêts sur les avances est vendue aux enchères au plus fort enchérisseur, — les offres expriment la prime que les emprunteurs veulent bonifier, en dehors des 6 p. 100 d'intérêt, pour avoir l'usage de l'argent. L'emprunteur donne ses actions en gage pour le prêt et une hypothèque sur la propriété qu'il désire acheter.

L'intérêt se paie par mois ainsi que les versements de libération sur les actions, sans diminution jusqu'à libération complète. Le montant de celles-ci, une fois libérées, égale celui de l'avance et par suite celui de l'hypothèque est annulé. L'emprunteur paie un intérêt élevé, mais

les bénéfices, au delà des frais généraux modiques de l'Association, lui reviennent comme actionnaire, et il a le grand avantage de s'acquitter par mois en petites sommes.

Les actionnaires qui n'empruntent pas reçoivent un intérêt de 6 p. 100 l'an, plus le bénéfice résultant des primes.

Cette description s'applique aux associations d'avance et de construction du Massachusetts, où elles ont été légalisées par une loi votée en 1877 sur l'initiative de l'honorable Guincey.

Il en existait 26 en 1884, portant le nom de *Cooperative banks*, ayant un capital versé de près de dix millions de francs, répartis sur 68,133 actions, possédées par 10,294 actionnaires, dont 2,018 étaient des emprunteurs. En 1884, le capital s'est accru de deux millions et demi de francs.

La *Cooperative Bank* de Waltham, ville célèbre comme centre d'horlogerie, a été fondée en 1880. Elle a un capital versé de 870,000 fr., réparti sur 5,791 actions, 932 membres, 148 emprunteurs; elle a avancé sur propriété immobilière en 120 prêts, 835,000 fr., sur engagement d'action en 21 prêts, 24,500 fr. Le prêt le plus considérable a été de 16,750 fr., le plus petit de 250 fr. Les versements sur les actions dans l'année ont été de 316,000 fr.; il est resté en arrière 5,400 fr. On a crédité 47,000 fr. aux actionnaires. Il a été remboursé 130,000 fr. d'avances faites. La prime la plus élevée a été de 3 1/2 p. 100, la moindre de 1/3 p. 100 qu'il faut ajouter à l'intérêt annuel de 6 p. 100. Il y a 1,370 actions de la première série, sur lesquelles il a été versé 280 fr., 558 de la seconde, libérées de 240 fr., ainsi de suite jusqu'à la neuvième libérée de 5 fr. seulement, c'est-à-dire à peine émise.

La *Workingmen's cooperative bank* de Boston avait, en 1884, 485 membres propriétaires de 3,411 actions. Le maximum autorisé pour une personne est de 25 actions; cette précaution est prise afin d'écarter la spéculation. Il en a été créé 1,699 dans l'année. Les versements ont atteint près de 200,000 fr., auxquels on a crédité 20,000 fr. dans l'année. Il a été contracté 59 emprunts sur immeubles pour 370,000 fr., 21 sur actions, 12,000 fr. L'emprunt le plus élevé a été de 20,000 fr., le plus bas de 250 fr. La prime a varié entre 1/3 et 4.80 p. 100 en plus des 6 p. 100. Il y a neuf séries d'actions, la première valant 300 fr.

Les actions ont une valeur de 285,000 fr. Les frais généraux ont absorbé 3,180 fr.

La *Pioneer cooperative bank* de Boston avait été fondée en 1877. En 1884, elle avait 720 membres, dont 138 emprunteurs. Les avances se sont élevées à 700,000 fr., dont 97 sur immeubles pour 665,000 fr., 41 sur actions pour 37,500 fr. Les actions valent 680,000 fr. On leur

a crédité 45,000 fr. dans l'année. Il y a 13 séries d'actions; sur la première on a libéré 560 fr., sur la 12e, 35 fr. 60 c. La prime a varié de 1/3 à 3 p. 100. Il a été remboursé, depuis le commencement, 79 avances pour 220,000 fr.

On voit l'importance des transactions par ces trois exemples choisis au hasard.

Les banques coopératives du Massachusetts sont contrôlées par les *Savings banks Commissioners* de l'État, qui, dans leur rapport de 1882, disaient que la condition de ces banques indiquait un degré marqué de prospérité.

J'ai sous les yeux le prospectus de la *Suffolk cooperative bank* de Boston. La couverture porte en tête : *Don't pay rent, when you can own your house. The Suffolk cooperative Bank will help you.* Deux petits dessins accolés montrent un cottage entouré d'un jardin, l'occupant de cette maison paie pour elle par l'entremise de la Banque, et une caserne de location, sordide, avec un cabaret au rez-de-chaussée. Le locataire n'a pas encore entendu parler de la Banque.

Voici le plan d'opération : 1° Le placement.

Toute personne désirant acheter des actions comme placement peut le faire, en ne dépassant pas 25 actions dans la même Société. Le prix d'une action est de 5 fr. par mois. Si l'on prend 5 actions, cela fait 25 fr. par mois. Les paiements continuent jusqu'à ce que chaque action ait une valeur de 1,000 fr. On dit alors qu'elles sont mûries (*matured*), elles ont atteint leur valeur extrême.

Avant l'issue d'une nouvelle série, les comptes sont faits et les bénéfices crédités à chaque action. Ces crédits aident à mûrir les actions. A maturité, chaque actionnaire a le droit de recevoir 1,000 fr. en argent comptant pour chaque action qu'il possède. Il est évident que si aucun profit n'était ajouté, il faudrait 200 mois, 16 2/3 années pour libérer une action, mais d'ordinaire, les profits réduisent la durée à dix ans, ce qui fait un excellent placement. (80 dollars de boni, 40 p. 100 accumulés.) Si l'actionnaire néglige de payer son dollar par mois sur chaque action, il est passible d'une amende de 10 centimes par action. S'il a cinq actions cela fait 50 centimes qu'il a à payer en plus à la prochaine échéance.

2° L'emprunt.

Tout actionnaire peut emprunter 1,000 fr. sur chaque action, s'il est en état de fournir la garantie requise par la loi. La sûreté peut être première hypothèque sur propriété immobilière ou sur les actions jusqu'à concurrence du montant libéré. Si l'on emprunte sur hypothèque, on transfère les actions à la corporation comme gage additionnel. Les statuts fixent le montant qu'on peut emprunter sur les actions. Lorsque

le président, dans la réunion mensuelle, annonce qu'il y a une certaine somme disponible, et à vendre, et qu'il invite des offres, l'emprunteur offre une prime de..... qu'il s'engage à payer par mois pour le privilège d'obtenir l'argent. La prime est un bonus, et va au fonds commun. L'emprunteur reçoit sa part proportionnée de bonus. Les offres se font par somme divisible par 5, 25, 50, 75 centimes, etc., par action et par mois. Les primes sont en plus du taux de 6 p. 100 l'an, chargé pour l'usage de l'argent. Si quelqu'un offre 1 fr. 25 c. par action, cela fait 1 et demi p. 100 l'an, c'est-à-dire qu'il emprunte à 7 et demi p. 100.

Si la somme est adjugée à 1/25 de prime (il s'agit de 5,000 fr. et de 5 actions), l'emprunteur paie 25 fr. comme versement mensuel sur les 5 actions, 25 fr. d'intérêt, et 6 fr. 25 c. comme prime, c'est-à-dire 56 fr. 25 sur un emprunt de 5,000 fr., par mois, ou 675 fr. l'an. Le paiement continue jusqu'à maturité complète, l'hypothèque est alors annulée.

Les dépôts se font mensuellement et varient de 5 fr. à 125 fr. suivant le nombre des actions. Les profits sont ordinairement plus considérables que dans les caisses d'épargne ordinaires. Cela tient en partie à ce que le paiement de l'intérêt, de la prime et le remboursement du 1/200 de l'avance se font par mois, et que cette somme rentrée est aussitôt revendue.

Le prospectus fait ressortir les avantages de ce système : *Of the people, forht people.* Elles sont également avantageuses au déposant et à l'emprunteur ; elles bonifient un taux d'intérêt plus considérable que les *Savings banks* et permettent d'acquérir sa maison. La gestion est économique et le placement très solide.

L'épargne est populaire dans le Massachusetts ; en 1884, il y avait dans les *Savings banks* 1,310,000,000 de francs, plus de 625 fr. par tête. Ces banques ont distribué 4.15 p. 100 en moyenne de dividende. Elles avaient 826,000 comptes ouverts.

Ce système peut nous sembler en Europe relativement hardi et compliqué. Il exige un certain degré d'éducation pratique et la conscience qu'il faut attendre davantage de l'aide de soi que de l'assistance de la collectivité. Il n'en est pas moins digne d'être connu, car il indique une voie bonne à suivre ; je veux dire qu'il nous montre comment on peut faire fructifier les dépôts dans les caisses d'épargne, sans les jeter dans le gouffre des dettes flottantes, sans en faire un sujet de préoccupation pour le ministre des finances.

M. Charles GRAD

Correspondant de l'Institut, député de l'Alsace au Reichstag allemand, à Logelbach (Alsace).

LES AMÉLIORATIONS AGRICOLES ET LE PAIN A BON MARCHÉ

— *Séance du 14 août 1886.* —

Laisser faire, laisser passer, ne peut être le propre d'un homme d'État. Une assemblée législative ne doit pas accepter le principe de non-intervention comme règle de conduite. La liberté absolue dans les relations de commerce, entre des nations dont les intérêts diffèrent, soutenable comme un idéal académique, se heurte dans la vie réelle contre des difficultés qui imposent d'inévitables restrictions. En intervenant dans le débat soulevé par la question de la production et du commerce du blé, je suis obligé de poser ces prémisses pour déclarer que dans les mesures à recommander ou à prendre, je subordonne mes résolutions à des raisons d'opportunité, non à une doctrine abstraite. Sans contester aucun des faits établis par les agronomes et les économistes qui viennent de se prononcer contre l'application des droits sur l'importation des blés étrangers, je trouve opportun, dans l'intérêt national, pour la France et pour l'Allemagne, de prélever des droits modérés sur les produits étrangers afin de relever les cours et les rendements des producteurs indigènes. Plus encore et au risque de paraître entaché de paradoxe et d'absurdité, je soutiens et veux prouver la possibilité de favoriser la production du pain à bon marché au moyen des droits protecteurs, employés pour des travaux d'améliorations agricoles. A l'appui de ma démonstration, je demanderai seulement la permission de choisir pour exemple l'Alsace-Lorraine, pays sur lequel ont surtout porté mes observations. Ces observations ainsi limitées auront pour effet de constater les conditions actuelles de l'agriculture dans les deux provinces maintenant détachées de la France, l'état de la production et du commerce des céréales en Allemagne ; l'augmentation des rendements et l'abaissement des prix sont l'effet de travaux d'amélioration exécutés avec le produit des droits de douane sur les blés étrangers.

I.

Et d'abord, la crise dont se plaignent les cultivateurs de l'Alsace-Lorraine, comme ceux de la France et de l'Allemagne, n'a pas un caractère passager. Cette crise tient particulièrement à la diminution des

rendements de l'agriculture, sous l'effet de la concurrence des blés de l'Amérique et de l'Inde. L'importation des blés étrangers à plus bas prix déprime les cours pour la vente des produits indigènes, en même temps que les frais de production augmentent considérablement chez nous. Le montant des récoltes restant stationnaire en quantité, l'élévation croissante des frais de production diminue le bénéfice de l'exploitation et le revenu net du cultivateur. Le perfectionnement des voies de communication et la diminution du fret pour les transports d'outre-mer, amenant sur nos marchés les blés de l'Inde et de l'Amérique à des prix inférieurs, a pour effet une dépression continue des cours. Cet état de choses tend à s'aggraver davantage, au lieu de présenter la perspective d'un changement dans l'avenir. De là naturellement les instances pressantes des intéressés pour réclamer l'application de droits protecteurs. On veut rétablir l'équilibre rompu en relevant, au moyen de droits d'entrée plus ou moins considérables sur les produits importés de l'étranger, les cours du marché national en faveur des produits indigènes. Les cultivateurs se croient d'autant plus autorisés pour leurs réclamations, que beaucoup de produits manufacturés du pays jouissent dans le tarif douanier d'une protection suffisante contre la concurrence de l'étranger et dont les consommateurs agricoles supportent la charge.

C'est chose pénible à dire, mais incontestable, depuis quinze ans l'agriculture de l'Alsace, naguère si florissante, recule au lieu de donner une meilleure rémunération du travail. Peu de pays au monde sont plus favorisés par la nature pour la qualité du sol, les avantages du climat, la variété des productions, les aptitudes des habitants, le développement des travaux d'utilité publique. Si vous parcourez à toute vapeur le chemin de fer de Strasbourg à Mulhouse, vous voyez le territoire partagé en trois zones différentes au point de vue des conditions physiques et de leur exploitation. Au couchant s'allonge la chaîne des Vosges, élevée comme un rempart naturel entre la France intérieure et la région du Rhin, couverte jusqu'au faîte de forêts profondes, avec des prairies bien arrosées et des pâturages. Une lisière de coteaux revêtus de vignobles enlace la base des montagnes et pénètre dans l'intérieur des vallées avec ses pampres verdoyants jusqu'à l'altitude de 400 mètres aux bonnes expositions. Enfin la plaine du Rhin et de l'Ill, plus large que les deux zones réunies du vignoble et de l'agriculture pastorale dans les montagnes, présente à la charrue des terres fertiles où le tabac et le houblon, le lin, le chanvre et les graines oléagineuses disputent la place au blé. Une population de 1,566,670 habitants sur une superficie de 1,450,810 hectares, avec une densité moyenne de 108 individus par kilomètre carré, atteignant même la

proportion de 121 pour les deux départements de l'Alsace, contre 71, densité moyenne de la France, offre plus de bras qu'il n'en faut pour la culture du sol. Aussi le nombre d'individus vivant de professions industrielles, ou occupés en dehors de l'agriculture, s'élevant à 60 p. 100 de la population totale, représente un contingent de consommateurs plus que suffisant pour un écoulement avantageux des produits agricoles.

En ce qui concerne l'exploitation du sol, le territoire de l'Alsace-Lorraine se répartit entre les grandes cultures dans la proportion de 48 p. 100 en terres arables, 30 p. 100 en forêts, 12 p. 100 en prairies, 3 p. 100 en pâturages et landes, 2 p. 100 en vignes, le reste étant occupé par les chemins, les terrains bâtis et les eaux. Tandis qu'en Alsace les prairies naturelles se trouvent, avec les terres arables, dans le rapport de 1 à 3, cette proportion des deux natures de cultures descend au rapport de 1 à 5. Voici d'ailleurs, d'après les relevés de 1883, l'étendue en hectares des différentes espèces de culture dans nos trois départements :

En 1883.	Haute-Alsace.	Basse-Alsace.	Lorraine.
	Hectares.	Hectares.	Hectares.
Terres arables et jardins	136,107	205,445	351,228
Prairies	45,940	64,758	67,362
Pâturages et landes	24,860	12,610	8,199
Vignes	11,945	14,444	6,296
Bois et forêts	119,014	159,285	165,544
Terrains bâtis	2,215	3,512	2,386
Chemins et eaux	10,776	17,860	21,145
Superficie totale	350,857	477,914	622,160

La propriété, d'ailleurs, est très divisée dans tout le pays, au point que certains cantons, comme celui de Saint-Amarin, dans la vallée de la Thur (Haute-Alsace), ne présentent pas un seul domaine assez étendu pour nourrir une famille sans ressources autres que le seul produit agricole. Dans le vignoble et avec la culture du houblon, un bien d'un hectare à un hectare et quart suffit pour l'entretien d'une famille. La culture du blé, comme exploitation principale, exige pour assurer la subsistance d'une famille une superficie plus étendue, variable de 3 à 10 hectares, suivant la qualité du sol. Si, dans les bonnes terres du cercle d'Erstein, sur les bords de l'Ill, comme dans le cercle de Metz, une famille se tire encore d'affaire avec une exploitation de 3 hectares, le minimum indiqué pour une famille s'élève de 5 à 7 hectares dans la plaine de la Hart, le long du Rhin, et jusqu'à 10 hectares dans certaines parties de la Lorraine. Les grands domaines sont rares dans tout le pays et présentent sur l'ensemble une proportion si minime, en Alsace surtout, que la petite et la moyenne propriété occupent à peu près toute sa superficie. Lors de la confection du cadastre, les matrices

cadastrales ont indiqué pour le territoire actuel de l'Alsace-Lorraine 6,330,600 parcelles de terres bâties ou cultivées, ce qui réduit la contenance moyenne d'une parcelle cultivée à moins de 15 ares, étant donné que les terres arables et les jardins, les prairies et les vignes occupent seulement 62 p. 100 de la superficie totale du territoire. Sur 233,866 ménages faisant de l'agriculture, lors du recensement professionnel du 5 juin 1882, soit comme propriétaires, soit en qualité de fermiers, 130,109 familles ou 55 p. 100 de l'ensemble, exploitaient chacune moins de 2 hectares. Plus de la moitié des autres familles agricoles, soit 56,306 ménages, détenaient de 2 à 5 hectares, tandis que 1,628 propriétaires possèdent des biens au-dessus de 50 hectares, parmi lesquels 569 domaines seulement à plus de 100 hectares. A part un petit nombre d'exceptions, le sol de l'Alsace-Lorraine est détenu par des propriétaires moyens et petits, exploitant et cultivant la plupart pour leur propre compte.

Notons bien ce fait que le territoire de notre pays appartient presque exclusivement à la petite et à la moyenne culture, dont l'aisance a beaucoup diminué depuis quinze ans, où l'épargne est faible et bien audessous du montant des dettes hypothécaires ou autres, par conséquent incapable de se procurer les capitaux nécessaires pour l'exécution des améliorations possibles! Pourtant les travaux d'amélioration sont indispensables pour élever les rendements, notamment avec une production d'engrais plus abondante, une augmentation du bétail entretenu et l'extension des cultures fourragères. Ainsi que nous venons de le voir, les prairies naturelles occupent seulement 12 p. 100 de la superficie du territoire, et sur 692,000 hectares de terres arables 415,000 sont cultivés en céréales et en légumineuses. La culture des plantes industrielles, telles que le tabac, la garance, la navette, le lin, compatible avec le parcellement extrême et qui donnait autrefois de grands profits, a beaucoup diminué et pour des causes diverses. Parmi ces causes, la découverte de l'alizarine artificielle donne le coup de mort à la garance; l'introduction des huiles minérales à bon marché restreint la production des graines oléagineuses et l'emploi des tissus de coton remplace le lin, en même temps que les débouchés des planteurs de tabac diminuent. Quant aux céréales sur lesquelles nos cultivateurs se rejettent, en augmentant outre mesure les surfaces emblavées, elles donnent un rendement en quantité insuffisante pour soutenir la concurrence des blés étrangers. Si le froment réussit bien pour la qualité et occupe le quintuple des champs de seigle, les récoltes laissent beaucoup à désirer. Avec un bon choix des semences, des labours profonds et des engrais abondants, certains propriétaires obtiennent bien jusqu'à 40 hectolitres de froment, 50 hectolitres d'orge et 75 hectolitres

d'avoine par hectare. Mais ces rendements sont exceptionnels : ils indiquent les augmentations réalisables avec une culture bien conduite, alors que la production moyenne par hectare ensemencé de blé atteint à peine 18 hectolitres dans notre ancien département du Haut-Rhin, 20 à 22 hectolitres dans le Bas-Rhin, 15 à 16 hectolitres en Lorraine.

Une récente enquête sur la situation de l'agriculture, faite à la suite d'une motion que j'ai présentée à notre diète d'Alsace-Lorraine, accuse une hausse d'un tiers au moins pour les salaires agricoles dans la région depuis vingt ans. Il y a vingt ans, lors de l'enquête agricole française en 1866, les rapporteurs de la commission d'enquête dans nos départements alsaciens, MM. Tisserand et Leféburc, constatèrent que les blés étrangers arrivaient sur les marchés de Mulhouse et de Colmar seulement à partir de 22 à 23 fr. l'hectolitre. C'étaient des froments de Hongrie livrés au prix de 31 fr. les 100 kilogr. à la gare de Mulhouse, à raison de 8 fr. 25 c. de frais de transport depuis Pesth : le froment, à Strasbourg, s'est vendu en moyenne à 22 fr. l'hectolitre de 1850 à 1870 et à 22,50 à Colmar, oscillant, suivant les années d'abondance ou de disette, entre 16 et 31 fr. sur les deux places. Comme frais de production, on comptait, lors de l'enquête de 1866, de 12 à 20 fr. par hectolitre pour la culture du froment. Les dépositions faites à la nouvelle enquête de 1884 évaluent à 375 fr. par hectare, soit 17 fr. par hectolitre, dans le cercle d'Erstein, un des mieux exploités du pays, ces mêmes frais de production ; le prix du froment étant descendu au-dessous de 20 fr. l'hectolitre, nous ne pouvons aujourd'hui encore évoquer le séduisant tableau du bonheur des laboureurs, chanté par Virgile dans ses *Géorgiques :*

O fortunatos nimium, sua si bona nôrint,
Agricolas!......................

Augmentation croissante du prix de revient et des frais de culture, baisse du revenu et des prix de vente, voilà, en résumé, nos conditions actuelles de la production des céréales, conditions qui aboutissent fatalement à l'appauvrissement du producteur, à la déchéance de l'agriculture. Il est vrai, si notre dernière enquête constate quelques progrès dans le mode d'exploitation, les améliorations réalisées dans les derniers temps ne suffisent pas. Les commissions d'arrondissement attestent et signalent presque partout l'insuffisance des engrais, la légèreté des labours, le choix défectueux des semences. On ne produit pas assez de fourrage et on ne tient pas assez de bétail. En Lorraine plus encore qu'en Alsace, la proportion de bêtes bovines entretenues à la campagne est trop faible, les prairies trop peu étendues par rapport aux surfaces emblavées. Ne recevant pas des engrais assez abondants, les terres cultivées en blé ne donnent pas tout le rende-

ment dont elles sont susceptibles. Puis l'ensemencement à la volée, au lieu de l'emploi du semoir, la difficulté du service des machines agricoles par suite du parcellement exagéré, la pénurie des chemins ruraux qui impose l'assolement triennal au delà de la mesure juste, toutes ces causes réunies et tous ces inconvénients empêchent les exploitations de produire un revenu net plus élevé. Le produit des cultures diminuant ou ne s'élevant pas en proportion des frais, la valeur des terres baisse à son tour. Depuis vingt ans, le prix des terres arables a baissé d'un tiers dans beaucoup de banlieues, tandis que le prix de la main-d'œuvre montait dans la même proportion et même davantage. Payés aujourd'hui de 2,500 à 3,000 fr. en Alsace — en Lorraine, moitié moins — pour les qualités moyennes, nos champs restent encore trop chers relativement au rendement. Quoi d'étonnant, dès lors, que les cultivateurs enregistrent plus de dettes que d'économies!

En ce qui concerne le bétail entretenu, le dernier recensement, fait en 1883, indique bien une augmentation des bêtes bovines pendant la période décennale précédente. Par suite de l'attention apportée au choix des taureaux reproducteurs, la qualité des bêtes tend à s'améliorer aussi. Néanmoins, l'effectif actuel ne suffit pas, dans la plupart des cantons, pour fournir la quantité d'engrais nécessaire et trop souvent le bétail existant n'est pas assez nourri. Sur 100 hectares de terres arables et de prairies, nous avons en Alsace-Lorraine 49 têtes de gros bétail; mais la répartition entre les différentes parties du territoire est très inégale. Si le Bas-Rhin compte 65 têtes bovines par 100 hectares et le Haut-Rhin 63, le département de la Lorraine n'en a pas plus de 33 ou moitié moins. Par contre, les cultivateurs lorrains tiennent plus de chevaux, ce qui n'est pas un avantage dans beaucoup de cas. Le nombre des chevaux employés exclusivement ou en partie pour les travaux agricoles est de 85,753 dans nos trois départements, outre 24,254 bœufs de trait ou de labour. En Lorraine, la statistique accuse 12 chevaux par 100 hectares de terres arables, contre 8 dans le Haut-Rhin et 14 dans le Bas-Rhin, lesquels entretiennent, en sus, par 100 hectares arables, le Bas-Rhin, 4, le Haut-Rhin, 8 à 9 bœufs, au lieu de 1 seulement en Lorraine. Aux agronomes que la statistique du bétail peut intéresser, le recensement de 1883 offre les chiffres suivants :

1883.	Haut-Rhin.	Bas-Rhin.	Lorraine.	Alsace-Lorraine.
Chevaux	21,054	45,816	71,255	138,725
Mulets	19	15	145	179
Anes	1,152	67	113	1,332
Bêtes bovines	112,888	177,926	137,836	428,650
Moutons	19,022	20,892	80,519	129,433
Porcs	58,654	88,497	175,280	322,431
Chèvres	18,230	15,218	20,156	53,604

Ces derniers chiffres comprennent, sur le total de 138,725 têtes indiqué pour l'espèce chevaline, 8,551 chevaux de l'armée, 1,456 étalons reproducteurs, 15,654 autres bêtes qui ne servent pas à l'agriculture, et 7,421 poulains nés dans l'année du recensement. Nous avons beaucoup trop de chevaux dans le pays et l'élevage de cette espèce n'est pas du tout profitable chez nous, bien au contraire. Comparativement au grand-duché de Baden, l'Alsace-Lorraine entretient une proportion de chevaux double, ainsi que par rapport à la Saxe, dont l'agriculture est si avancée. Chez nous, nous devons l'avouer d'ailleurs, les chevaux ne sont pas occupés tous les jours. Ils souffrent, par contre, d'une nourriture insuffisante, comme aussi, trop souvent, les vaches laitières. Les cultivateurs alsaciens et lorrains ne calculent pas assez ce que leur coûtent leurs attelages. Dans les cercles d'Altkirch et d'Erstein, au lieu de chevaux on attelle des bœufs et des vaches, même pour le labourage, avec un avantage réel et dont l'exemple commence à profiter aux autres parties du pays. Je constate, d'ailleurs, avec satisfaction, que dans l'intervalle des deux recensements du bétail, de 1873 à 1883, le nombre de bêtes bovines a augmenté de 10,166 têtes. C'est un progrès, mais un progrès qui doit s'accentuer beaucoup plus, si la situation de notre agriculture veut être améliorée. Le moyen de réaliser cette amélioration est dans la production d'une plus grande quantité de fourrage. Sous ce rapport, nous sommes trop en retard sur beaucoup d'autres pays. Rappelons-nous que l'Alsace a seulement 22 p. 100 de son territoire en fourrages de toutes espèces, prairies naturelles, pâturages et prairies artificielles, contre 40 p. 100 de cultures diverses [1], quand le pays de Baden consacre 44.7 p. 100 de son territoire aux cultures fourragères, le Wurtemberg 40 p. 100, le royaume de Saxe 43 p. 100, la Suisse 60 p. 100 et l'Angleterre 65 p. 100. Sans doute les conditions de climat diffèrent entre l'Angleterre, la Suisse et l'Alsace-Lorraine ; mais nous pouvons tout au moins conformer davantage notre exploitation agricole à celles du Wurtemberg et du pays de Baden, en restreignant les surfaces emblavées pour étendre celles des prairies naturelles et artificielles. Produisons plus de fourrage, plus de bétail, plus d'engrais en ensemençant moins de terres en céréales et le rendement de ces terres en blé sera augmenté du même coup, au moyen des améliorations à exécuter avec le produit des droits d'entrée sur les blés étrangers.

II.

Pour apprécier les ressources à tirer du produit des droits d'entrée sur les blés, nous avons à considérer quelle est l'importance de l'im-

1. Voir, pour plus de détail : Grad, *les Améliorations agricoles et l'aménagement des eaux*, page 151. Strasbourg, 1885.

portation des grains dans tout l'empire allemand, dont le régime douanier s'étend au pays annexé. Depuis des années, la production indigène des céréales en Allemagne ne suffit plus aux besoins de la consommation. C'est que la population des différents États de la Confédération germanique s'accroît avec une progression inconnue en France[1]. Déduction faite de l'émigration, l'accroissement de la population de l'Allemagne, depuis quinze ans, s'élève à 400,000 individus une année dans l'autre. Elle était de 40,816,249 habitants en 1870, avant l'annexion de l'Alsace-Lorraine ; au 1er décembre 1885, elle atteint le chiffre de 46,840,906 têtes. En ce qui concerne la consommation du blé, des relevés faits pour l'année 1880 dans les 87 chefs-lieux de département en France soumis à l'octroi portent la consommation du pain, pendant cette année, à 201 kilogr., soit 552 grammes par jour et par tête d'habitant, répondant à une ration annuelle en blé de 220 kilogr. ou de 3 hectolitres. La quantité moyenne consommée en Allemagne est à peu près la même qu'en France par tête d'habitant, ainsi qu'il ressort de la statistique des récoltes indigènes et des relevés de la douane sur les importations de l'étranger.

Nous n'attachons pas aux statistiques officielles un degré de certitude auquel elles ne peuvent prétendre. A défaut d'informations d'une exactitude absolue, il faut nous contenter des renseignements qui nous sont accessibles. L'Office de statistique de Berlin nous donne, dans le *Statistiches Jahrbuch für das deutsche Reich,* pour la culture et le rendement des céréales pour l'année 1884, en hectares et en tonnes de 1,000 kilogr., les chiffres suivants :

ÉTATS DE L'EMPIRE.	HECTARES CULTIVÉS.		PRODUCTION EN TONNES.	
	Froment.	Seigle.	Froment.	Seigle.
Royaume de Prusse.	1,098,254	4,435,502	1,341,392	3,814,275
Bavière	322,453	543,615	437,092	641,486
Saxe royale	47,976	213,272	74,741	263,767
Wurtemberg.	32,058	37,407	40,461	41,292
Baden.	41,320	44,670	48,582	36,063
Hesse.	38,294	64,339	55,141	66,158
Mecklembourg-Schwérin.	43,633	167,344	88,311	226,629
Saxe-Weimar	20,041	32,882	22,788	32,396
Mecklembourg-Strélitz	10,639	28,151	16,847	31,331
Oldenbourg	5,502	62,566	9,411	48,680
Brunswick.	22,488	38,504	53,767	61,697
Saxe-Meiningen	10,101	17,774	9,920	16,253
Saxe-Altenbourg	6,927	16,854	10,627	23,221
Saxe-Cobourg-Gotha	10,317	13,121	11,324	13,606
Anhalt	8,166	30,636	20,275	42,289
Schwarzbourg-Sondershausen . .	4,991	6,399	6,929	8,522
Schwarzbourg-Rudolstadt	2,883	7,163	4,024	8,170
A reporter. . .	1,726,043	5,760,199	2,251,632	5,375,835

1. Sur la population de l'Allemagne, voyez la *Revue des Deux-Mondes* de janvier 1885.

ÉTATS DE L'EMPIRE.	HECTARES CULTIVÉS.		PRODUCTION EN TONNES.	
	Froment.	Seigle.	Froment.	Seigle.
—	—	—	—	—
Report.	1,726,043	5,760,199	2,251,632	5,375,835
Waldeck	3,963	10,706	4,303	9,956
Reuss, branche aînée	314	3,471	419	4,125
Reuss, branche cadette	1,732	7,599	2,788	9,617
Schaumburg-Lippe	1,772	4,598	2,814	7,402
Villes hanséatiques.	2,783	8,614	4,396	9,832
Alsace-Lorraine	182,295	36,175	212,531	34,225
Totaux pour l'Allemagne. . .	1,918,952	5,831,362	2,478,883	5,450,992

Ainsi la production de l'Allemagne, moins la petite principauté de Lippe, pour laquelle il n'y a point de relevé et qui n'a d'ailleurs que 339 kilomètres carrés de surface, avec une population de 37,204 habitants seulement, s'élève, pour l'année 1884, à 247,883 tonnes de froment et 5,450,992 tonnes de seigle, à raison d'un rendement moyen de 0,93 tonne de seigle par hectare et 1,29 de froment. Le rendement maximum est celui du duché d'Anhalt, à raison de 2,48 tonnes pour le froment et 1,38 pour le seigle ; le minimum de l'année se trouve dans la Prusse orientale, sur les confins de la Russie, à raison d'une récolte de 0,79 tonne seulement pour le seigle et de 0,82 pour le froment. En Alsace, la commission de la Société d'agriculture, sciences et arts de Strasbourg, qui réunit chaque année des informations précises sur le rendement des récoltes dans le département du Bas-Rhin, indique, d'après un rapport de M. Wagner, un produit moyen de 1,50 tonne pour le froment et de 1,33 pour le seigle, par hectare cultivé en 1884, au lieu des moyennes de 1,15 pour le froment et de 0,95 pour le seigle données par la statistique officielle de nos trois départements pris ensemble. D'après les déclarations faites à la commission de la Société d'agriculture de Strasbourg, les différentes céréales cultivées dans la Basse-Alsace auraient eu en moyenne pour la récolte de 1884 :

	Poids moyen par hectolitre.	Hectolitres récoltés par hectare.
	—	—
	Kilogrammes.	Hectolitres.
Froment. . .	78.2	19.28
Seigle. . . .	72.9	18.32
Orge	66.7	31.82
Avoine . . .	45.5	40.83
Fèves. . . .	83.4	15.48

Les poids par hectolitre des grains d'espèces diverses récoltés en 1884 en Alsace peuvent être considérés comme représentant la moyenne ordinaire, tandis que le rendement en hectolitres est inférieur à la moyenne. En ce qui concerne les céréales de qualité supérieure, dont la propagation est à désirer, nos relevés accusent un rendement moyen par hectare de 29,6 hectolitres pour le blé sheriff à épis carrés, de 30,7

pour le seigle géant de la Nouvelle-Zélande, de 37,9 pour l'orge Chevalier employée pour la fabrication de la bière, de 55,9 pour l'avoine prolifique de Californie. En France, la statistique officielle accuse comme moyenne pour la culture du froment et du seigle pendant la période quinquennale de 1880 à 1884, un rendement moyen de 15,46 et 14,18 hectolitres par hectare, ainsi qu'il résulte des relevés annuels que voici :

Froment en France.

Années.	Hectares cultivés.	Produit en hectolitres.	Moyenne par hectare. Hectolitres.
1880	6,870,875	99,471,559	14.46
1881	6,959,114	96,810,356	13.92
1882	6,907,792	122,153,524	17.82
1883	6,803,821	103,753,426	15.25
1884	6,718,789	106,646,216	14.98
Moyennes . .	6,853,918	105,967,016	15.46

Seigle en France.

Années.	Hectares cultivés.	Produit en hectolitres.	Moyenne par hectare. Hectolitres.
1880	1,848,107	25,318,486	13.69
1881	1,777,268	23,731,631	13.24
1882	1,871,052	29,487,099	15.94
1883	1,719,666	24,842,602	14.44
1884	1,777,683	23,249,744	13.08
Moyennes . .	1,798,753	25,325,912	14.18

Quant à l'Allemagne, nous avons la production totale et le rendement moyen à l'hectare pour la période de 1878 à 1884, évalués en tonnes de 1,000 kilogr.

Années.	FROMENT.		SEIGLE.		ÉPEAUTRE.	
	En tout.	Par hectare.	En tout.	Par hectare.	En tout.	Par hectare.
1878. . .	2,607,186	1.44	6,919,667	1.17	446,926	1.13
1879. . .	2,278,696	1.26	5,562,435	0.94	460,288	1.18
1880. . .	2,345,278	1.29	4,952,525	0.84	489,340	1.27
1881. . .	2,059,139	1.13	3,448,404	0.92	449,023	1.19
1882. . .	2,553,447	1.40	6,390,407	1.08	458,358	1.20
1883. . .	2,350,878	1.22	5,600,068	0.96	446,779	1.19
1884. . .	2,478,883	1.23	5,450,992	0.93	480,557	1.28

Outre les grains qui servent à faire le pain, l'Allemagne a produit, pendant cette même période de 1878 à 1884, annuellement de 2,057,000 à 2,325,000 tonnes d'orge, employée surtout pour la fabrication de la bière, plus 18 à 25 millions de tonnes d'avoine servant à la nourriture de ses chevaux. La production indigène, nous l'avons dit déjà, ne suffit pas toutefois à la consommation nationale, et le commerce des céréales manifeste chaque année un excédent considérable des importations sur l'exportation. Pendant les dix années de la période de 1875 à 1884,

les relevés de la douane montrent les excédents d'importation que voici exprimés en quintaux métriques de 100 kilogr. :

Années.	Froment.	Seigle.	Orge.
1875	Excéd. d'exp.	5,445,000	1,220,000
1876	2,970,000	10,050,000	2,850,000
1877	2,050,000	10,145,000	1,370,000
1878	2,700,000	7,495,000	1,690,000
1879	3,100,000	13,135,000	610,000
1880	493,830	6,629,760	677,000
1881	3,085,610	5,038,900	1,285,110
1882	5,566,540	6,207,950	3,009,050
1883	4,113,450	6,796,460	2,386,830
1884	5,463,440	8,362,460	4,027,150

Depuis la révision du tarif douanier allemand en 1879, l'Allemagne exporte plus de farine et son commerce extérieur a pu arriver pour cet article à un excédent d'exportation qui s'est élevé de 742,047 quintaux métriques en 1880, à 997,096 quintaux en 1883. Pour les céréales et les farines importées de l'étranger en Allemagne pendant les deux exercices annuels de 1880 et de 1883, les provenances se répartissent dans la proportion p. 100 que voici :

Pays d'origine.	FROMENT.		SEIGLE.		FARINE.	
	1880.	1883.	1880.	1883.	1880.	1883.
Russie	24.44	39.02	61.08	57.22	11.76	8.12
Autriche-Hongrie	36.58	32.04	9.20	5.18	38.30	66.12
France.	1.38	0.24	9.06	8.52	25.93	12.28
Belgique	6.95	9.45	4.39	6.17	4.36	0.30
Hollande.	3.74	4.85	2.55	7.60	5.74	7.97
Angleterre	0.22	0.41	0.12	0.02	0.57	0.33
États-Unis d'Amérique	14.77	5.86	1.38	2.22	6.52	0.91
Enclaves allemandes.	9.19	3.93	10.07	12.25	4.86	2.82
Scandinavie.	0.53	0.28	1.76	0.23	0.14	0.01
Suisse et Italie	0.43	0.56	0.13	0.04	1.72	0.99
Divers	1.76	3.39	0.26	0.55	0.10	0.06

Pendant les cinq années de la période de 1880 à 1884, l'Allemagne a donc importé annuellement, à en juger par les relevés tout à fait précis ci-dessus, en sus de ses exportations, environ 10,495,680 quintaux métriques de seigle et de froment pour l'alimentation de sa population. Ajoutez 2,277,028 quintaux d'orge et 2 à 4 millions de quintaux d'avoine, acquittant la première 1,80 et la seconde 1,50 mark de droit d'entrée par 100 kilogr. ou par quintal, contre 3 marks taxe du froment et du seigle. Bref, avec les taxes inscrites au tarif douanier et en nous basant sur la moyenne des importations pendant la période de 1880 à 1884, les droits d'entrée assurent au Trésor de l'empire allemand une recette annuelle de 48 millions de marks au moins. Je dis une recette minimum parce que l'excédent des importations de froment et de seigle représente 13 p. 100 de la production nationale

pour la période en question de 1880 à 1884 et que les achats de grains étrangers, loin de décroître, tendent à s'élever plutôt en raison des progrès du peuplement. En Alsace-Lorraine particulièrement, dont la population est très dense par suite du développement de notre industrie manufacturière, à raison d'une production annuelle de 2,5 à 3 millions d'hectolitres, avec une consommation moyenne de 200 kilogr. de blé par tête d'habitant, il nous faut importer une année dans l'autre 300,000 à 400,000 quintaux de blé étranger, ou 9 à 10 p. 100 en sus des récoltes du pays, tout au moins.

A propos de l'application du droit d'entrée de 3 marks pour 100 sur le froment et le seigle, je rappellerai que, lors de l'enquête agricole de 1884 en Alsace, enquête à laquelle j'ai pris une part active, afin de me renseigner auprès des intéressés des besoins de notre agriculture et des dispositions de la population, j'ai appelé la discussion sur la question des droits protecteurs sur les produits agricoles. Dans les réunions tenues dans tous les chefs-lieux de canton de mon ressort, j'ai fait remarquer partout que dans notre pays, de petite propriété très morcelée, où la plupart des cultivateurs achètent de la farine ou du pain, ces cultivateurs auraient aussi à supporter une partie de la charge résultant de l'application des droits de douane sur les subsistances de leur consommation. Eh bien, quelle a été la réponse de nos petits propriétaires qui achètent leur pain chez le boulanger, ou travaillent comme journaliers une partie de leur temps? Partout, ces gens, au sens droit, ont répondu : l'ouvrier n'a rien à profiter de la ruine du propriétaire qui l'emploie ; si la crise agricole provient de la baisse des prix sous l'influence de la concurrence des blés étrangers, il faut protéger l'agriculture nationale par l'application de droits d'entrée sur les produits du dehors. Cela étant, j'ai voté au Reichstag en faveur de la taxe de 3 marks par 100 kilogr. inscrite au tarif allemand pour des raisons d'opportunité, sans me prononcer sur la doctrine de la protection ou de la liberté. La liberté des échanges, sans impôt douanier, doit être un idéal auquel nous devons tendre et aspirer ; mais sans lui sacrifier les intérêts vitaux d'une classe importante de notre population laborieuse. Appliqué avec mesure, le système protecteur, avec les tempéraments de concessions réciproques à stipuler dans les traités de commerce, apparaît en pratique comme le moyen d'assurer à un grand pays le maximum de bien-être et la liberté la plus large. D'ailleurs, du jour où les producteurs de blé des États-Unis d'Amérique payeront leurs terres à un prix approchant des terres en Allemagne ou en France, du jour où les parias de l'Inde et les fellahs égyptiens auront assez appris à lire pour ne plus se contenter d'un salaire insuffisant de deux pence ou d'une piastre à cinq sous par

journée de travail agraire, du jour où les riches négociants de la cité de Londres, importateurs de blé en Europe, auront à solder leurs achats dans l'Oude et le Pundjab en monnaie d'or au lieu de roupies en argent, à partir de ce jour-là, l'équilibre entre les prix des différents pays producteurs de céréales se trouvant à peu près rétabli, les droits protecteurs pourront être écartés sans compromettre la culture sur le continent européen.

III.

Est-ce à dire que l'application d'un droit protecteur de 3 marks ou de 3 fr. 75 c. par 100 kilogr. de blé étranger peut en lui-même mettre un terme à la crise agricole dont tout le monde reconnaît chez nous l'existence ? Non pas, assurément ; le relèvement des cours dans la mesure de ce droit ne suffit pas pour rendre la prospérité à nos cultivateurs de France ou d'Allemagne ! Une augmentation de la moyenne des rendements actuels d'un tiers ou de moitié au moyen des améliorations possibles dans la culture sera plus efficace que n'importe quelle taxe inscrite au tarif douanier. Ici je partage l'avis que les agronomes distingués, M. Dehérain et M. Grandeau, viennent d'émettre en termes excellents basés sur les résultats très positifs de leurs expériences. Améliorer les procédés de culture, restreindre les surfaces ensemencées de céréales pour produire plus de fourrage, fournir à la terre assez d'engrais avec des semences de choix, l'expérience nous montre l'efficacité de ces moyens et nous voulons les mettre en pratique. Ah ! nous connaissons assez le calcul pour reconnaître qu'un relèvement des cours de 3 fr. par 100 kilogr. de blé avec une production moyenne de 12 quintaux par hectare donne seulement une plus-value de 36 fr., tandis qu'une augmentation d'un tiers ou de moitié dans le rendement, au prix de 20 fr. les 100 kilogr., élève le produit brut de 80 à 120 fr. Au milieu de nous tels propriétaires, qui ont traité leurs cultures de blé avec les soins voulus, obtiennent d'une manière durable et sur des superficies assez vastes des récoltes de 15 à 30 quintaux métriques, sans élévation équivalente des frais ou des dépenses, abaissent leurs prix de revient à 10 fr. et au-dessous, quand pour leurs voisins ces frais atteignent de 15 à 20 fr. par quintal de 100 kilogr. Toutefois, ces propriétaires, amis du progrès, comme les professeurs d'agronomie, dont les savants essais nous éclairent, consacrent à leurs améliorations une mise de fonds et des capitaux que nos pauvres petits cultivateurs, éprouvés par la crise, ne peuvent se procurer.

C'est pour ce motif, pour favoriser les travaux d'améliorations agricoles d'une efficacité certaine, mais au-dessus des forces isolées de

la plupart des propriétaires, dans une contrée où la terre est aussi morcelée qu'en Alsace, que nous demandons à l'État de subventionner les entreprises d'amélioration dans la plus large mesure possible. Le produit des droits d'entrée sur les blés étrangers nous donnant, pour tout l'empire allemand, une recette de 48 millions de marks annuellement, — 2 millions de francs, en nombre rond, pour la part de l'Alsace-Lorraine, — nous avons demandé à la diète de Strasbourg de subventionner avec le montant de notre part les différents travaux d'amélioration agricole. Ici, notre éminent collègue et ami, M. Levasseur, m'objectera qu'en accordant à l'agriculture une subvention annuelle de 2 millions, après avoir fait payer 2 autres millions aux consommateurs de blé sous forme de droits d'entrée, l'État fait ainsi aux cultivateurs un cadeau de 4 millions payés en majeure partie par les autres classes de la population, si tant est que tout le blé consommé dans le pays n'a pas renchéri de 3 marks par 100 kilogr. Dussé-je encourir le soupçon de socialisme, je n'en soutiendrai pas moins l'opportunité de la proposition en question, confiant dans les bons effets d'une pareille avance. A mon sens, une nation est une grande association de secours mutuels, dont les membres les plus favorisés doivent leur appui aux membres souffrants. Le pays entier devra profiter dans la suite de l'avance que nous lui demandons pour l'agriculture. Cette avance équivaut à la moitié de l'impôt foncier en principal sur les terres. En Prusse, M. de Huene a fait voter par la Chambre des députés une proposition analogue à celle que nous avons soumise au Landesausschuss d'Alsace-Lorraine. En vertu d'une décision du Reichstag, prise lors de la révision du tarif douanier allemand, en juillet 1879, il a été décidé que le produit des recettes des douanes et de l'impôt du tabac dépassant 130 millions de marks serait à répartir chaque année entre les États particuliers de l'empire au prorata de leur population respective. Or, notre budget se trouve aujourd'hui en équilibre et les signataires de ma proposition à la diète de Strasbourg ont voulu simplement stimuler les améliorations agricoles en leur consacrant la part au produit des droits d'entrée sur les céréales, sans rien demander de plus aux contribuables.

En tête de notre programme des améliorations agricoles figure l'aménagement des eaux pour le développement des prairies irrigables. Quiconque fait des prés s'enrichit; celui qui néglige la production des fourrages se ruine. La prospérité relative des cantons qui élèvent le plus de bétail, comme les cantons de Dannemarie, dans le Sundgau alsacien, et d'Orbey dans le cercle de Ribeauvillé, démontre la justesse de cette proposition. Aussi bien, tous nos comices agricoles d'Alsace sont unanimes pour demander en premier lieu l'amélioration des irri-

gations sur toute l'étendue du pays. Un service spécial a été organisé à cet effet dans l'Administration de l'Alsace-Lorraine sous le régime allemand. Le gouvernement établi, il faut lui en savoir gré, s'applique à porter remède au mal dont se plaint l'agriculture par toutes les mesures possibles. C'est à ce point de vue qu'il a organisé dès l'année 1877 le service des améliorations agricoles avec un personnel technique suffisant pour l'étude et l'exécution des projets pour l'aménagement des eaux, pour les irrigations et le drainage. Parmi les ouvrages en voie d'exécution, nous signalerons notamment la correction de l'Ill et de ses affluents, combinée avec la construction de réservoirs dans les vallées supérieures des Vosges, afin d'utiliser en temps de sécheresse les eaux surabondantes ou nuisibles, lors des crues du printemps et de l'automne. La création d'un grand canal d'irrigation dans la plaine aride de la Hart, alimenté par des prises d'eau sur le Rhin, doit compléter les travaux entrepris dans le bassin de l'Ill au point de vue des irrigations. Si les membres de nos deux sections d'agronomie et d'économie politique de l'Association française pour l'avancement des sciences voulaient bien m'y autoriser, j'entrerai dans quelques détails sur ces ouvrages.

L'initiative pour l'établissement d'un système complet de réservoirs dans les vallées de l'Alsace, pour la régularisation du régime des eaux, revient à un grand chef d'industrie du Haut-Rhin, M. Herzog de Logelbach, qui lui a donné un commencement d'exécution par l'endiguement des lacs d'Orbey. Sous l'effet du succès de ce premier travail, le promoteur des réservoirs du val d'Orbey a fait entreprendre l'étude de tout un ensemble d'ouvrages semblables dans les vallées hautes du bassin de l'Ill, la rivière qui arrose l'Alsace jusqu'à la hauteur de Strasbourg. Dans le val d'Orbey, les retenues faites au lac Noir et au lac Blanc, avec des barrages de 6 et de 10 mètres d'élévation, atteignent plus de 3 millions de mètres cubes. Les eaux retenues dans ces deux réservoirs, dont la construction remonte à 1860, sont utilisées pendant l'été, pour relever en temps de sécheresse le débit du courant qu'elles alimentent. Elles suffisent pour assurer la marche régulière des moteurs hydrauliques aux manufactures de la vallée. Elles profitent également à l'agriculture qui les utilise pendant la nuit et le dimanche pour les irrigations dans le haut de la vallée et d'une manière permanente dans la région basse. Au début, les cultivateurs se sont opposés à la construction des réservoirs, et, sous l'impression des avantages acquis par leur exécution, ils sollicitent leur multiplication dans les vallées qui en manquent encore. Avant les réservoirs du lac Blanc et du lac Noir, la Weiss dévastait souvent ses rives par suite de crues subites, lors de la fonte des neiges et de pluies surabondantes,

pour laisser ensuite les prairies à sec dans les étés sans pluie. Tandis que les prairies du val d'Orbey restent vertes maintenant pendant toute l'année; quand les pluies manquent, les prairies de la vallée voisine se dessèchent au-dessus de Lapoutroie. L'influence bienfaisante des réservoirs éclate alors à tous les yeux. Aussi les comices agricoles demandent maintenant l'établissement de retenues partout où ces retenues sont possibles. Un grand réservoir est actuellement en construction dans la vallée de la Doller, au pied du ballon d'Alsace. Ce réservoir de la Doller, à l'Alfeld, aura un barrage en maçonnerie pleine de 20 mètres d'élévation. Plusieurs autres sont commencés dans la vallée de Munster: à l'Altenweyer, au Rothried, au Schissrothried, pour suppléer aux anciennes réserves du lac Vert et du Fohrenweyer, construits par les industriels du canton. Dans la vallée de la Thur, derrière Kruth, les ingénieurs du service des améliorations agricoles ont terminé l'étude d'un projet pour une capacité de 6,000,000 de mètres cubes en une seule masse.

Une fois terminés, les réservoirs des vallées élèveront d'une manière sensible le débit de l'Ill à l'étiage. Ce débit, aussi longtemps que la rivière a été abandonnée à elle-même, descendait à quelques mètres cubes à peine en été. C'est que tous les courants d'eau de l'Alsace ont un caractère torrentiel. Descendant des Vosges ou du Jura, avec de fortes pentes, ils subissent des crues subites, violentes, dévastatrices, suivies ensuite de longues périodes de sécheresse. Bien des fois j'ai vu la Fecht qui coule sous nos fenêtres pour se jeter dans l'Ill, au nord de Colmar, subir dans l'espace d'une seule nuit des afflux d'eau allant de quelques centaines de litres à plus de cent mètres cubes par seconde. Par suite de cette irrégularité de régime, nos torrents, affluents de l'Ill, n'ont point de lit stable et changent trop souvent de cours après leurs débordements, de manière à transformer en rivière de grandes étendues de belles prairies, tandis que sur d'autres points des bancs de gravier à sec remplacent l'ancien parcours de la rivière. Par places, la bande de terrains perdus pour la culture sur lesquels la Fecht divague, comme au bas du grand pont d'Ingersheim, atteint une largeur de plusieurs centaines de mètres, en graviers susceptibles d'être transformés en bonnes prairies. Dès maintenant, nous avons gagné par le redressement du cours de l'Ill, entre Ensisheim et le Ladhof, où cette rivière devient navigable, 500 à 600 hectares de terre, en même temps que nous assurons l'irrigation régulière d'étendues beaucoup plus vastes. Un système d'endiguement commencé au-dessus du Ladhof et terminé aujourd'hui jusqu'à la hauteur de Meyenheim met un terme aux inondations de l'Ill dans la région moyenne de son cours de Mulhouse à Colmar. Sur ce parcours, la ri-

vière est contenue dans un lit artificiel double pour l'écoulement régulier des eaux moyennes et des hautes eaux, comme nous avons fait sur toute l'étendue de la frontière pour le cours du Rhin. En aval de Colmar, à partir du point où l'Ill est classée comme cours d'eau navigable, la pente diminue et d'autres ouvrages sont en train, avec les modifications voulues, afin d'assurer l'arrosage de la région du Ried.

Cette zone du Ried, entre Colmar et Strasbourg, présente le long de l'Ill 9,000 à 10,000 hectares de prairies naturelles, dont la plupart donnent une seule coupe d'herbe, dans les années ordinaires, à cause du manque d'eau. Eh bien, les travaux en voie d'exécution pour la régularisation du régime de l'Ill et de ses affluents, combinée avec les réservoirs dans les montagnes et les prises d'eau sur le Rhin, nous permettront d'augmenter d'un tiers le rendement des prairies du Ried. Peut-être même l'achèvement de ces ouvrages nous donnera davantage, mais nous ne voulons pas exagérer nos premières évaluations. Actuellement, dans la région du Ried, un hectare de prairie donne environ 5,000 kilogr. de foin pour la première coupe, équivalent de la nourriture d'une vache, qui ne reçoit pas d'autre fourrage pendant l'année. Des irrigations suffisantes telles que nous voulons les assurer, permettront de récolter en sus une ou deux coupes de regains, portant le rendement total à 7,500 kilogr., soit la nourriture de trois vaches sur 2 hectares de superficie. Par les améliorations entreprises, nous produisons du coup plus de viande, plus de lait, plus d'engrais, plus de blé. Estimons à 300 fr. le prix d'une vache pesant 450 kilogr.; à 400 fr. le prix d'un bœuf pesant 600 kilogr.; à 325 fr. le produit annuel d'une vache laitière, veau et fumier non compris. Comptons qu'une tête de gros bétail donne dans l'année assez de fumier de ferme pour 40 à 50 ares de terres à blé traités convenablement, qui rendront tout au moins un tiers de récolte en plus qu'avec la pénurie d'engrais actuelle. Dût le bétail entretenu aujourd'hui dans les six cantons du Ried alsacien augmenter seulement dans la mesure d'un cinquième par suite d'un meilleur aménagement des eaux, la production agricole dans ces six cantons présenterait déjà une plus-value de deux millions et demi de francs annuellement, assez pour motiver les dépenses pour l'exécution des travaux, susceptibles des avantages semblables sinon égaux sur toute l'étendue du pays.

Dans la plaine de la Hart, aujourd'hui si desséchée que sur certains points elle rappelle après la moisson des sites sahariens, le canal d'irrigation avec prises d'eau sur le Rhin demandé par les comices agricoles des cercles de Mulhouse et de Guebwiller est destiné à jouer un rôle plus bienfaisant encore. Une vaste forêt occupe une grande partie des dépôts de gravier rhénan qui constitue le sol de cette plaine entre

le Rhin et l'Ill. Nulle part en Alsace les prairies naturelles ne sont aussi rares, ni la proportion de bétail entretenu aussi faible. En regard de 53,815 hectares de terres arables, dans les deux cercles de Guebwiller et de Mulhouse, qui englobent la Hart, nous voyons seulement 11,287 hectares de prairies, soit la proportion de 21 p. 100, et dans les cantons d'Ensisheim et de Habsheim, le rapport en surface des prairies naturelles aux terres arables descend même à 5 p. 100, comme dans les cantons d'Andolsheim et de Brisach, situés sur les confins, quand la proportion moyenne pour toute l'Alsace atteint 32 p. 100. Les trois cantons de Brisach, d'Ensisheim et de Landser, entièrement compris dans la Hart, ont seulement 12,143 bêtes bovines sur 35,989 hectares de terres arables, ou une tête par 3 hectares, alors qu'il faudrait 2 têtes au moins pour fournir le fumier nécessaire pour un hectare, et que la moyenne de bêtes bovines entretenues en Alsace par rapport aux terres arables est de 290,814 têtes sur 336,000 hectares, soit 86 bêtes par 100 hectares. Aussi aucune partie du territoire n'est pauvre comme les communes de ces trois cantons de la Hart et la misère croissante entraîne une diminution considérable de la population, suivant une progression croissante depuis quinze ans. Or les résultats obtenus au domaine du comte de Maupeou, à Hombourg et par MM. Rieder et Zuber à l'île Napoléon, près de Mulhouse, démontrent par une expérience de vingt années que l'emploi des eaux du Rhin permet de transformer les terres de gravier de la Hart en bonnes prairies, avec des rendements de 3,200 à 6,400 kilogr. Les domaines de l'île Napoléon et de Hombourg sont arrosés au moyen de prises d'eau sur le canal de navigation du Rhône au Rhin et l'établissement d'un canal spécial pour l'irrigation de la Hart est encore à l'état de vœu. Ce vœu pourtant devra devenir une réalité dans un avenir prochain, de même que nous avons réalisé depuis dix ans les vœux pour la correction de l'Ill et la construction des réservoirs dans les vallées des Vosges.

Je n'ose ajouter de nouveaux chiffres à tous ceux que je viens d'énumérer et je m'arrête en remerciant nos deux sections d'agronomie et d'économie politique de leur bienveillante attention. La conclusion qui découle des faits que j'ai eu l'honneur d'exposer dans le cours de cette discussion sur les blés sera que, dans la crise actuelle de notre agriculture, l'application de droits modérés sur les produits étrangers peut favoriser le développement des améliorations agricoles. Peut-être l'honorable M. Passy conviendra-t-il lui-même, avec tous les juges non prévenus, que ma proposition d'obtenir le pain à bon marché au moyen des travaux d'amélioration exécutés avec le produit des droits sur les blés, n'est pas aussi déraisonnable qu'elle a pu paraître au premier abord. J'ai voté au Parlement allemand en faveur des droits

protecteurs sous la pression impérieuse de besoins qui ne pouvaient être satisfaits autrement, non dans un intérêt personnel et pour la satisfaction d'une doctrine. Avec le système du laisser-aller, sans intervention de l'État, nous avions la ruine, la misère, la dépopulation, autant de résultats désastreux que les assemblées législatives, où m'ont fait entrer mes mandats publics, ont voulu prévenir et éviter par les moyens que je viens d'exposer.

M. GRANDEAU

Directeur de la Station agronomique de l'Est, Membre du Conseil supérieur de l'agriculture, Doyen de la Faculté des sciences de Nancy.

LES AMÉLIORATIONS DANS LA CULTURE DU BLÉ

— Séance du 16 août 1886. —

M. Grandeau veut placer la question sur un terrain spécial. Il parlera avec une entière franchise des causes qui ont amené et qui rendent la crise agricole si sévère. Pour y remédier, il faut autre chose que de simples mesures fiscales : on a exagéré l'importance des effets probables des droits protecteurs. L'avenir de l'agriculture n'est pas dans des mesures fiscales. Dans un pays comme la France, où il y a 7 millions d'hectares emblavés en blés, — l'agriculture malade ne sera pas sauvée par un droit de 3 fr. (c'est-à-dire une plus-value de 60 fr. à l'hectare); ou bien elle n'est pas aussi malade qu'on le dit.

Il faut que l'agriculture sorte de la routine, qu'elle se transforme comme les autres branches de la production industrielle, qu'elle augmente sa production par l'emploi de méthodes scientifiques, d'une exploitation rationnelle, munie d'un outillage perfectionné.

M. Grandeau cite deux exemples frappants : 1° celui de M. *John Prout,* un cultivateur anglais, de Sawbridgeworth (Herts). C'est une ferme de 180 hectares, où l'on cultive depuis 27 ans du blé, les terres sont de qualité moyenne. A l'aide d'engrais, d'une sélection attentive des espèces pour les semailles, — à l'aide d'un capital considérable mais très largement rémunéré, M. John Prout a obtenu des résultats qui démontrent la possibilité de faire une culture de *blé* rémunératrice. A l'exception d'une seule année (1879), M. John Prout a retiré, outre 3 1/2 p. 100 du capital d'acquisition, environ 14 p. 100 net. Le capital engagé est de 400,000 fr. pour l'achat des terres, 112,000 fr.

pour les améliorations foncières faites au début. En 1875, les experts anglais ont estimé à 785,000 fr. la valeur totale de la ferme de Sawbridgeworth.

M. Grandeau donne les détails les plus intéressants sur le mode d'exploitation, sur la vente aux enchères des récoltes sur pied. Le rendement en blé à l'hectare est de 33 à 36 hectolitres, en avoine de 59 hectolitres.

Dans la Charente, sur des terres qui n'ont rien d'extraordinaire, un cultivateur, M. *Boutelleau* (dont le grand-père acheta en 1789, 43 hectares) est arrivé par l'emploi d'une méthode rationnelle et scientifique à des résultats aussi concluants que l'Anglais. Cette propriété a été estimée 160,000 fr. en 1884. Les vignes ont été arrachées en 1875, et remplacées par du blé. Le bénéfice net à l'hectare était de 143 fr. en 1874, de 237 fr. en 1875, de 380 fr. en 1884. Ici encore c'est l'emploi régulier, rationnel des machines et des engrais, de la sélection des grains.

L'exemple de M. Boutelleau est la démonstration de la vérité de la thèse de M. Grandeau. La culture du blé est restée rémunératrice à condition d'augmenter le rendement afin de diminuer le prix de revient.

M. Grandeau insiste sur la nécessité d'associer le travail et le capital, de faire coopérer le fermier et le propriétaire. Tous deux devront renoncer à l'ignorance, à la routine, à l'entêtement, et de plus, le propriétaire à son absentéisme physique et moral. Il y a des intérêts égoïstes coalisés qui préfèrent l'assistance insuffisante des droits protecteurs au relèvement de l'agriculture par l'aide de soi.

M. Grandeau donne les résultats obtenus à l'École de Tomblaine sur 6 hectares de céréales ; ce ne sont pas des expériences de laboratoire ni de la culture en pot, — de plus, il cite à l'appui des lettres de cultivateurs du département et d'autres parties de la France qui confirment qu'à l'aide d'une culture rationnelle, on peut obtenir 20 à 22 quintaux de blé à l'hectare, au lieu de 8 à 10 quintaux, et cela dans des terres médiocres.

Il est indispensable de persuader au cultivateur qu'il n'est pas perdu, à condition qu'il le veuille.

M. Grandeau traite ensuite la question de la forme à donner aux engrais; il montre les ressources que la fabrication des acides par le système Thomas Gilchrist offre à l'agriculture, en lui procurant des phosphates à bon marché. Il y a un débouché tout trouvé pour le laitier encombrant, qui contient de 7 à 17 p. 100 de son poids en acide phosphorique.

Il insiste sur l'économie réalisée par l'emploi du semoir, au lieu de semer à la volée. Il dit quelques mots de l'emploi avantageux des épluchures de Paris transportées en Champagne.

M. Alfred DURAND-CLAYE

Ingénieur en chef des ponts et chaussées

LE MOUVEMENT PROTECTIONNISTE, LES TRAVAUX PUBLICS ET LE GÉNIE RURAL

— Séance du 16 août 1886 —

M. Durand-Claye présente, au point de vue de l'ingénieur, une argumentation destinée à compléter les considérations exposées par les orateurs qui l'ont précédé au point de vue de l'agronomie. Il rappelle que le mouvement protectionniste actuel, qui affecte un caractère spécialement agricole est né parmi les grands propriétaires et n'est descendu que lentement dans les masses profondes des cultivateurs ; et, chose bizarre, c'est un grand industriel, M. Pouyer-Quertier, qui a mené un des premiers la campagne actuelle. C'est un peu le système du *carambolage* économique. Au moment de la révision des tarifs, on a établi sur l'industrie des droits de 10 à 15 p. 100 et au delà ; mais on a crié bien haut qu'on n'imposait pas les produits agricoles, c'est-à-dire nos aliments. Puis aujourd'hui, on demande que l'agriculture soit protégée comme l'industrie, mais on demande des droits de 25 p. 100 ; lorsqu'on les aura sur les produits agricoles, on demandera à élever les droits sur l'industrie au même taux et ainsi de suite. Dans ce mouvement et cet accroissement continu des tarifs, que deviennent les grands travaux publics ? Quel programme leur fixer ? Quels services l'ingénieur peut-il rendre à l'agriculteur ?

Sur le premier point, M. Durand-Claye cite l'opinion des orateurs protectionnistes les plus éminents qui ont pris récemment la parole à la Chambre des députés. MM. Méline et Paul Deschanel entre autres ont à l'envi déploré l'abaissement du fret qui permet aux pays lointains de nous *inonder* de leurs produits et de maintenir le bon marché permanent des aliments. Le fret du quintal de blé est tombé depuis quelques années de 5 fr. à 1 fr. pour l'Amérique, de 10 fr. à 4 fr. pour les Indes. Et d'où vient cet abaissement ? De l'emploi général de la marine à vapeur, du percement de l'isthme de Suez, du perfectionnement de l'outillage de nos ports, de l'extension et de la multiplication de nos voies ferrées. Les céréales, disent ces messieurs, sont devenues une *marchandise* comme une autre et soumise dès lors au même abaissement que des marchandises quelconques, à mesure que les progrès de l'art de l'ingénieur suppriment les distances et abaissent les barrières

naturelles. Dès lors le programme à adopter pour les travaux publics est bien simple : il faut cesser de marcher dans cette voie ; il faut cesser de faciliter le transport et l'échange des substances alimentaires. Demander le comblement de l'isthme de Suez, la démolition des grues hydrauliques de Marseille, le retour à la navigation à la voile serait peut-être un peu excessif ; mais on pourrait exiger que les navires chargés de blé de l'Inde revinssent à l'itinéraire du cap de Bonne-Espérance, et le fret remonterait aussitôt. M. Durand-Claye cite un fait qui montre que de pareilles aberrations peuvent ne pas être de simples fantaisies. A Odessa, le long des quais, de longs couloirs peuvent faire communiquer directement les estacades qui supportent la voie ferrée avec les navires en chargement. Mais, pour satisfaire d'anciennes habitudes et les intérêts de la corporation des déchargeurs, les couloirs mécaniques sont laissés de côté, et le blé, descendu à terre, est repris par les déchargeurs, qui le remontent au navire, donnant ainsi une certaine satisfaction aux partisans de l'augmentation du fret. Il ne semble pas qu'on doive s'arrêter à des théories aussi rétrogrades. Il faut marcher en sens contraire et demander à l'art de l'ingénieur, et spécialement au génie rural, une partie des secours dont notre agriculture a besoin, en les combinant avec les excellents enseignements de l'agronomie, tels que ceux qu'exposait M. L. Grandeau devant la section. Il est bon, du reste, de noter que le progrès à réaliser ne dépasse aucunement les ressources que la science tient dès aujourd'hui à la disposition de l'agriculture : en adoptant les chiffres mêmes des protectionnistes les plus déterminés, on voit que leur desideratum extrême est un prix de 28 fr. le quintal, soit une plus-value sur le prix actuel de 6 fr. 50 c., soit encore à l'hectare, pour une récolte de 11 à 12 quintaux, 74 fr. De même, en adoptant les prix de revient présentés par les protectionnistes, il y a un écart de 16 fr. à 22 fr. dans le prix de revient à l'hectolitre entre les productions étrangères et françaises, ce qui, pour une récolte de 15 hectolitres à l'hectare, donne au maximum 90 fr. de plus-value à obtenir. Ces chiffres sont-ils si difficiles à réaliser ? Sans insister sur le choix de la semence et de l'engrais, question si magistralement traitée par M. Grandeau, on peut suivre toutes les façons du sol et voir quels énormes progrès nous restent à réaliser.

Dans beaucoup de nos campagnes on trouve des charrues informes : en dix heures de travail elles remuent 150 mètres cubes de terre ; une charrue perfectionnée en remue 600. La culture en ligne permet l'emploi des scarificateurs et autres outils pour nettoyer le sol et enlever les mauvaises herbes qui absorbent autant de soleil et d'engrais que les plantes utiles. La culture française consomme pour un demi-milliard de semences par an ; or, à la main, on consomme au moins 250 litres

à l'hectare ; au semoir mécanique on n'en consomme que 130 litres ; on peut donc réaliser par un bon semis une économie annuelle de 100 à 200 millions. Les faucheuses et les moissonneuses opèrent rapidement et sûrement et enlèvent la récolte sans l'exposer aux intempéries comme avec une main-d'œuvre pénible et lente. Un homme fauche par jour 1/3 d'hectare ; une machine 5 hectares. Un ouvrier bat au fléau 110 kilogr. de grains en dix heures ; dans le même temps, une batteuse à grand travail bat et nettoie 220 hectolitres. Quant aux engrais, en dehors des engrais naturels ou chimiques, n'y a-t-il pas toutes ces matières perdues, purin, vidanges, eaux d'égout, honteusement gaspillées par nos villes et nos campagnes ? Et tous ces progrès peuvent être réalisés, d'abord, par les grands propriétaires, et ensuite même par les petits, qui ont à leur disposition les lois sur l'association et les syndicats. Il est temps que les vrais cultivateurs sachent se syndiquer et ne laissent plus aux seuls *ouvriers-propriétaires* l'enthousiasme actuellement manifesté pour la loi de 1884. L'État lui-même peut intervenir utilement : nos pâturages alpestres peuvent être protégés par le reboisement et le gazonnement ; il faut aménager et utiliser nos cours d'eau par des irrigations sérieuses ; nous avons assez d'eau pour irriguer plus de 15 millions d'hectares, et il n'y en a que 200,000 de régulièrement irrigués ! Le Var, la Durance, roulent inutilement à la mer leurs limons fertilisants, qui pourraient chaque année créer 20,000 hectares de bonne terre. Il y a 200,000 hectares à dessécher, 6,000,000 à défricher. Il est vrai que tous ces progrès vont multiplier la production et faire crier de plus belle nos protectionnistes, en abaissant encore les prix par l'abondance de la production. Mais aurons-nous à nous plaindre si nos ouvriers et nos paysans mangent de la viande et du pain blanc, se vêtissent bien et à bon marché et ne sont plus ces animaux farouches à face humaine que La Bruyère a dépeints d'une touche si vive ? Oui, nos aliments sont une marchandise comme une autre, et nous avons le droit de travailler sans cesse à en réduire le prix pour en multiplier la consommation.

M. Ch. GUYOT

Professeur à l'École forestière à Nancy.

LA CHASSE EN ALSACE-LORRAINE

— *Séance du 16 août 1886.* —

La chasse peut sembler un sujet depuis longtemps épuisé, si l'on considère le nombre incalculable de livres, brochures, articles, dont elle est journellement l'objet. Pourtant, toutes ces publications ne traitent d'ordinaire que des *règles de police,* sans s'inquiéter du *fond du droit,* suivant ainsi l'exemple de la loi française du 3 mai 1844, qui est absolument muette sur la question d'attribution de ce droit. C'est à ce dernier point de vue que nous nous proposons d'examiner la chasse, en comparant, à cet égard, nos idées françaises avec celles que les Allemands ont récemment introduites en Alsace-Lorraine. Nulle part mieux qu'à Nancy cette étude de législation comparée ne saurait être entreprise; nous avons en effet le triste privilège de servir d'avant-garde à la France du côté de la Germanie. Nous ferons impartialement le parallèle entre les deux législations, et si la loi germaine nous semble préférable, nous le dirons sans fausse honte : *fas est et ab hoste doceri.*

Le système allemand relatif à l'attribution et à l'exercice du droit de chasse régit l'Alsace-Lorraine depuis 1881. Voici sommairement en quoi il consiste :

Le droit de chasse appartient, comme en France, au propriétaire du fonds; c'est un attribut, un démembrement du droit de propriété, en ce sens que le propriétaire seul en retire le bénéfice. Seulement l'exercice en est transféré à la commune, qui loue la chasse au compte des propriétaires; le produit des locations est ensuite réparti au prorata de la contenance cadastrale des immeubles. Il peut arriver cependant que ce produit soit abandonné à la caisse municipale, lorsque cette décision a été prise par une majorité composée des deux tiers des propriétaires, possédant au moins la moitié de la superficie, ou *vice versa*. Enfin les propriétaires de grandes parcelles d'un seul tenant (25 hectares pour les terres et 5 hectares pour les étangs) peuvent se réserver l'exercice personnel de la chasse et soustraire ces parcelles à la location générale; mais alors, si l'abandon du produit des baux est voté au profit de

la commune, ces propriétaires lui doivent une indemnité représentant, proportionnellement aux contenances, le produit de location qui eût été obtenu sur leurs immeubles.

Voilà les grandes lignes du système, qui d'ailleurs est également appliqué, avec quelques variantes, dans tous les pays allemands de la rive droite du Rhin.

Ce système est-il populaire en Alsace-Lorraine ? Oui. Les résistances du début ont été promptement vaincues ; actuellement presque tous les Alsaciens-Lorrains acceptent franchement cette législation et ne voudraient plus la changer. Il faut donc qu'ils lui trouvent de grands avantages, car, en général, ils ne sont pas suspects d'un enthousiasme exagéré pour tout ce qui porte l'étiquette teutonique.

Étudions, en effet, les résultats, déjà fort appréciables, de ce changement. Nous verrons ensuite les critiques qui ont été adressées à la loi du 7 février 1881, les améliorations dont elle nous paraît susceptible, et enfin nous pourrons conclure.

Les résultats sont fort remarquables : en Alsace, le gibier a augmenté dans la proportion de 1 à 3 ; la valeur du droit de chasse a suivi la même proportion. En Lorraine, l'augmentation de l'un et l'autre de ces éléments peut être évaluée à peu près au double. Ce sont là de sérieux avantages pour les propriétaires et aussi dans l'intérêt général de l'alimentation publique : en même temps qu'une plus grande quantité de viande est livrée à la consommation, suivant un phénomène économique bien connu, les prix s'abaissent. Ainsi, quand à Nancy les lièvres se vendent 8 fr., de l'autre côté de la frontière on ne les paie jamais plus de 3 marks et demi. Quant à l'intérêt particulier, avec le système français, les petits propriétaires, dans nos régions si morcelées de l'Est, ne peuvent pas en réalité profiter de leur droit de chasse, qui reste pour eux sans valeur : en Alsace-Lorraine, le paysan, n'eût-il qu'un champ de quelques ares, reçoit en équivalent du droit de chasse une somme qui s'accroîtra certainement encore dans l'avenir ; son droit devient ainsi palpable, il n'est plus obligé de l'abandonner en fait aux chasseurs étrangers et aux mauvais garnements qui, ne possédant pas un pouce de terre dans la commune, s'arrogent le droit de tout braconner sans pitié.

Et pourtant ce système si séduisant n'est pas populaire en France. Je ne parle pas des propriétaires, des paysans qui ne le connaissent que fort peu ; mais des théoriciens, des savants, des légistes, qui sont partis en guerre pour l'accabler et ne trouvent pas d'assez gros mots pour le flétrir : cette loi, a-t-on dit, est anti-égalitaire, féodale, socialiste ; c'est une expropriation du pauvre pour cause d'amusement des riches ! J'en passe et des meilleurs. Il est évident que si ces critiques contien-

nent une centième partie de vérité, nous n'aurons plus qu'à nous incliner, sans avoir la mauvaise intention de doter notre pays de tant de calamités. Mais serrons d'un peu près les objections principales.

D'abord, ce grand reproche d'expropriation illégale : nul en France ne peut être forcé de céder sa propriété (ou un démembrement de cette propriété), sinon pour cause d'utilité publique, et sans une juste et préalable indemnité. L'utilité publique, je la trouve ici d'une manière indiscutable dans ce résultat qui ne peut être nié : intérêt de l'alimentation du plus grand nombre et baisse de prix d'un objet de consommation courante. L'indemnité, nous savons qu'elle existe, très large et très avantageuse. Quant à cette opposition entre le riche qui, grâce à son or, vient fouler les terres du paysan, et le malheureux cultivateur privé de l'innocente jouissance de la chasse sur son fonds, nous allons la retrouver à l'instant.

La législation allemande, dit-on ensuite, est entachée de féodalité ; elle est contraire à l'égalité, ce grand principe de notre droit public. Mais pourquoi ? Parce que les petits propriétaires ne conservent plus l'exercice du droit de chasse et que seuls les propriétaires de grandes surfaces peuvent profiter directement de leur droit ? C'est un résultat qui découle simplement de la nature et de la qualité des immeubles ; de même que les petites parcelles ne peuvent être traitées par certains procédés de culture, de même que certains terrains sont inaptes à certaines productions, ici pareillement les différences d'étendue auront pour conséquence des modes différents d'exploitation de la chasse. Qui pourrait s'en plaindre, même au point de vue des principes ? Est-ce que le possesseur de 2 ares de terre peut cultiver son lot à la charrue ? Le propriétaire d'une forêt d'un hectare a-t-il la prétention d'y élever une haute futaie susceptible de toutes les combinaisons d'un aménagement régulier ? Évidemment non ; chacun ne peut profiter de sa chose que d'une manière conforme à la situation et à la nature de l'immeuble ; l'inégalité, sur ce point comme sur tant d'autres, est un fait inéluctable. Pour revenir à la chasse, en fait, son exercice par les petits propriétaires est impossible ; avec notre législation française, ils n'ont d'autre ressource que de se répandre sur les terres les uns des autres, par suite d'une tolérance tacite ; le résultat, nous le connaissons : on massacre impitoyablement tout gibier, même le plus tendre, pour empêcher le voisin de le prendre à son tour.

Croit-on vraiment qu'avec la loi allemande il n'y ait que les riches, que les grands seigneurs qui puissent chasser ? Une remarque absolument contraire a été faite en Alsace-Lorraine depuis 1881 ; en fait, dans ces contrées, la chasse s'est largement *démocratisée,* c'est-à-dire qu'un plus grand nombre de personnes participent effectivement aux

distractions cynégétiques, et cet accroissement de participants provient surtout de petits boutiquiers ou de simples paysans. C'est une conséquence très curieuse de l'association appliquée à l'exploitation de la chasse. Presque partout les lots sont adjugés, non pas à un preneur unique, mais à une société fermière, qui exploite suivant des combinaisons très larges, destinées à faciliter autant que possible l'accès du plus grand nombre : pour quelques marks, le simple ouvrier peut, s'il le désire, louer *un fusil,* c'est-à-dire le droit de prendre part pour un temps déterminé aux chasses à tir et aux battues que la société organise sur le terrain loué. Il est donc inutile d'évoquer à ce sujet le spectre de la féodalité et de l'aristocratie, financière ou autre.

Enfin on a été jusqu'à trouver à notre système une couleur socialiste très accentuée, parce que l'exploitation de la chasse est remise aux soins de la commune, au lieu et place des propriétaires. Nous connaissons les dangers du socialisme, de cette théorie qui concentre entre les mains de l'État la terre, les capitaux et les instruments de travail : elle tue sûrement toute initiative de la part du citoyen et conduirait bien vite à la ruine la nation qui serait assez imprudente pour l'adopter. Mais ici, quelle initiative risquerait de s'affaiblir ? celle des agriculteurs? Mais le véritable cultivateur, digne de ce nom, s'inquiète peu de la chasse, qu'il laisse aux gens de la ville et aux oisifs. Conservez au paysan le droit de protéger lui-même ses récoltes par la *destruction des animaux nuisibles* (et toutes les lois allemandes sont très explicites sur ce point important), le paysan ne se plaindra pas du reste, et son activité n'en sera que plus grande pour l'amélioration de son champ. Je ne vois qu'une seule industrie qui pourra se trouver atteinte : celle de l'honorable corporation des braconniers, car les sociétés de chasses qui louent fort cher, qui prennent beaucoup de peine pour repeupler en gibier les terrains loués, savent payer leurs gardes et faire respecter leur jouissance ; mais je ne pense pas qu'on doive s'arrêter à cet inconvénient.

Nous avons ainsi successivement combattu et, je pense, réfuté les différents griefs que l'on oppose, en France, à la loi d'Alsace-Lorraine. Est-ce à dire que cette loi soit parfaite? Nous croyons, au contraire, qu'elle serait susceptible de quelques changements, qui ne pourraient qu'ajouter à son efficacité, et la faire accepter plus facilement des esprits défiants.

D'abord, on peut discuter sur l'étendue des immeubles qui sont réservés à la jouissance directe des propriétaires. Une contenance de 25 hectares, imposée comme minimum, est peut-être bien élevée et pourrait sans doute être réduite.

Ensuite, nous sommes d'avis d'enlever à une majorité quelconque, des deux tiers ou autre, la faculté de priver les propriétaires du produit de location de la chasse afférent à leurs immeubles. C'est, à notre avis, une des dispositions vicieuses de la loi alsacienne; elle prête facilement à la critique, à l'exagération. C'est à cause d'elle qu'on a pu qualifier la mesure d'expropriation sans indemnité, de spoliation des propriétaires.

Enfin nous croyons qu'au lieu de payer directement, en argent, les sommes dues à chacun, on éviterait utilement ce mouvement de fonds et ce dérangement parfois onéreux devant lequel reculent bon nombre d'ayants droit, en chargeant le percepteur de dégrever d'office, jusqu'à due concurrence, les impôts payables pour l'année par chaque propriétaire. On aurait soin de rendre cette opération apparente et sensible pour chacun, en inscrivant le résultat sur la feuille d'avertissement du contribuable.

Il faut maintenant conclure. Nous croyons que l'impopularité qui couvre en ce moment en France la loi alsacienne de 1881 n'est fondée que sur des apparences; nous estimons que notre législation doit être, le plus tôt possible, modifiée dans le sens que nous venons d'indiquer. Il en résultera pour les agriculteurs dont on s'occupe tant de nos jours une amélioration qui n'est pas à dédaigner. S'il était besoin de trouver, en faveur de cette modeste réforme, un puissant patronage, nous invoquerions celui de l'illustre Mathieu de Dombasle, dont la statue, — peu flattée, — se trouve à quelques pas de nous. Dombasle n'était ni un aristocrate ni un socialiste, c'était un savant qui aimait la vie des champs et les populations rurales : or, dès 1844, il prenait l'initiative d'une mesure semblable à celle qui régit aujourd'hui la chasse en Alsace-Lorraine. Cette initiative, espérons qu'un jour elle sera reprise; espérons aussi que, parmi les membres de ce congrès, nous aurons pu conquérir quelques adhérents à un système utile, injustement critiqué, et qui mérite un meilleur sort.

M. Charles-M. LIMOUSIN

L'ORGANISATION GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS ET LES SYSTÈMES DE TARIFICATION DES TRANSPORTS

— *Séance du 18 août 1886.* —

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

I.

Messieurs,

Vous savez qu'une agitation assez vive existe, depuis plusieurs années, au sujet de l'organisation des chemins de fer français, et qu'une campagne ardente, dont nous entendons encore quelquefois les échos, a été menée récemment contre les grandes compagnies.

Il y a quelques années, on s'attaquait aux systèmes mêmes de la possession et de l'exploitation des voies ferrées ; depuis les conventions de 1883, la lutte ne porte plus que sur la question des prix de transport des marchandises.

Dans cette campagne, on a vu agir ensemble, se prêter la main, des commerçants, des financiers et des hommes politiques. Parmi ces assaillants divers, il s'en trouvait sans doute qu'animait l'exclusif amour du bien public, mais il y en avait d'autres que poussait certainement l'intérêt personnel.

Cette dernière considération ne peut pas être un motif d'élimination pour certains arguments dans une réunion d'économistes. Les raisons que l'on fait valoir doivent être examinées en elles-mêmes, et l'on doit tenir grand compte de l'ingéniosité que l'intérêt personnel développe chez les hommes, tant au point de vue agressif qu'au point de vue défensif.

Une réunion d'économistes ne saurait admettre le principe proclamé implicitement par certains orateurs parlementaires et certains journalistes, qui insinuent que l'on doit travailler *gratis* pour le public, et qui taxeraient volontiers de concussions les bénéfices réalisés sur des fournitures faites à l'État. Les économistes savent que, dans l'universel échange de travail sur lequel reposent les sociétés, les services publics sont des services comme d'autres, ni supérieurs ni inférieurs : donnant droit à un salaire et à des profits comme d'autres. Il est, par exemple, absurde de reprocher à une compagnie de chemin de fer de vouloir

gagner de l'argent en transportant des voyageurs et des marchandises.

La question des chemins de fer est une grosse question d'économie politique, non seulement en soi, mais aussi parce qu'elle pose d'une façon pratique le grave problème de l'action de l'initiative privée et de l'action ou de l'intervention de l'État.

Ce problème ne peut pas, du moins dans ses éléments principaux, être résolu conformément aux opinions *à priori* des hommes; sa solution dépend d'une véritable science, branche de la science générale qu'on nomme l'économie politique. Nous aurons à constater, au cours de cet exposé, qu'une force supérieure à la volonté du législateur ou de l'exploitant, la force des choses, impose des solutions sensiblement pareilles dans tous les pays. Par exemple, les compagnies, contre lesquelles on a récemment dirigé de si vives attaques à propos des prix qu'elles pratiquent pour les transports, ne sont pas maîtresses de leurs tarifs, et une puissance extérieure, qu'on nomme la concurrence, réduit ces tarifs au taux minimum, nonobstant le désir, parfois très naturel et très légitime, que les administrations pourraient avoir de ne pas les abaisser ou de les relever.

II.

Avant d'aller plus loin, il est nécessaire de poser un principe, à mon avis, incontestable, mais qui n'est point assez généralement admis : c'est que les transports par voies ferrées sont des entreprises industrielles, et non des services publics, comme quelques personnes le prétendent. Un service public est un travail profitable à tous en communauté, en échange duquel chacun paie un impôt : tels sont la sécurité intérieure et extérieure, l'instruction publique, la création et l'entretien des routes ordinaires, la conservation des forêts, et beaucoup d'autres branches de l'administration dont l'énumération serait trop longue.

Ce qui est l'essence du service public, c'est qu'il peut n'être fait ou n'être bien fait que par l'État ou ses démembrements : les provinces ou départements et les communes.

Les exploitations de chemins de fer sont des entreprises de « travail à façon » : des personnes confient aux compagnies soit elles-mêmes, soit des marchandises, afin d'en faire opérer le transport d'un endroit à un autre, moyennant un prix déterminé.

III.

La question discutée est en réalité de savoir si l'État, dans son intérêt ou celui des particuliers qui voyagent ou font transporter, a l'obli-

gation de se réserver le monopole de cette industrie, — comme il a fait pour celle du transport des lettres et des dépêches, celle de la manipulation des tabacs, celle de la fabrication de la poudre et des armes de guerre, — s'il peut se borner à intervenir dans les exploitations privées, ou s'il doit ne s'immiscer en rien dans cette industrie.

Que demandaient les auteurs de la première campagne dont je viens de parler? Le rachat des chemins de fer par l'État. Que demande-t-on aujourd'hui? L'intervention de l'État pour faire diminuer les prix de transport.

Cette campagne a eu un heureux résultat ; elle a posé un gros problème, et les discussions qui ont eu lieu ont contribué à former une opinion au public.

C'est également à la formation de cette opinion que je veux m'employer en faisant un exposé de la question, et en demandant l'insertion de cet exposé dans les annales de l'*Association française pour l'avancement des sciences.*

L'opinion que je vais formuler devant vous et m'efforcer de vous faire partager est celle-ci : Le mode d'organisation des chemins de fer français, et le système de taxation du transport des marchandises pratiqué par nos compagnies jusqu'à ces derniers temps, — c'est-à-dire jusqu'à l'introduction des tarifs kilométriques à base décroissante, et qui fonctionne encore chez trois compagnies sur six, — sont les meilleurs qui existent au monde, les plus conformes à l'économie politique expérimentale, les plus favorables pour le commerce.

IV.

Le problème de l'organisation des chemins de fer soulève quatre questions : celle de la propriété, celle de l'établissement, celle de l'exploitation et celle de la tarification des transports. Nous allons les examiner successivement.

LA QUESTION DE LA PROPRIÉTÉ DES CHEMINS DE FER.

I.

La propriété des chemins de fer, comme d'ailleurs toutes les autres propriétés, peut affecter trois formes : 1° la forme communiste, 2° la forme individualiste, 3° une combinaison des deux premières.

La propriété par association ou collective, — car c'est à tort qu'on a fait du mot collectivisme un synonyme de communisme, il signifie presque le contraire, — la propriété collective, dis-je, n'est qu'une forme de la propriété individuelle ; elle se compose de propriétés individuelles unies ensemble, mais persistantes dans leur individualité.

Le système de la propriété communiste est appliqué en Belgique et

en Allemagne, pays où les chemins de fer appartiennent à l'État ; celui de la propriété individuelle existe en Angleterre et surtout aux États-Unis. — Dans ce dernier pays, en effet, on voit de simples individus posséder des réseaux composés de plusieurs milliers de kilomètres.

Je dois cependant déclarer, avant d'aller plus loin, que cette propriété individuelle n'est pas absolue, et que le gouvernement de la Grande-Bretagne, celui de la Confédération américaine et ceux des États de cette confédération se sont réservé au moment de la concession, ou attribué plus tard, certains droits d'intervention qui diminuent en réalité la propriété.

Le système de la combinaison de la propriété communiste et de la propriété individuelle existe en France. Vous savez, en effet, Messieurs, que l'État français est intervenu à différentes reprises par des conventions variées, qu'il accorde une garantie d'intérêt non seulement aux obligations, mais aussi aux actions des compagnies, et qu'enfin en échange de tout cela, la propriété des chemins de fer doit lui revenir à l'expiration des concessions, dans soixante-dix ans environ.

Je n'ai indiqué plus haut que les pays-types des trois systèmes, mais il en est d'autres où ils sont également appliqués, où même ils existent côte à côte, l'Autriche, par exemple ; la France, elle-même, a un réseau d'État, dont nous nous occuperons en passant.

Quel est le meilleur des deux systèmes simples de propriété dont je viens de parler, — le troisième n'étant qu'un compromis, un pont devant faire passer du second au premier ? A mon avis, c'est le premier, c'est le système communiste.

Veuillez remarquer, Messieurs, qu'en acceptant ici le mode communiste, je ne le fais que pour la propriété des chemins de fer, que j'approuve simplement la prévision des législateurs de 1844, en ce qui touche la nue propriété, et que je ne parle pas de l'exploitation communiste, par l'État ou autrement. Je repousse, au contraire, celle-ci avec la plus grande énergie.

Le système communiste me semble préférable pour la propriété des chemins de fer, — et encore à des conditions que je vous indiquerai tout à l'heure, — parce qu'il ne grève pas les transports de l'intérêt d'un capital, et ne fait entrer, dans le prix de revient du service, que les frais d'exploitation et d'entretien.

Une nation, en cette circonstance, doit être considérée comme le propriétaire d'une vaste entreprise industrielle, travaillant avec ses propres capitaux, — disons même, pour détruire les objections qu'on pourrait tirer de l'exemple, ayant amorti ses dépenses de premier établissement, — et qui, par conséquent, ne fait entrer aucun intérêt d'argent dans le calcul du prix de revient de ses produits.

Seulement, pour que ces avantages de la propriété commune se réalisent dans l'industrie des chemins de fer, il est nécessaire que le capital qui a servi à construire ceux-ci soit amorti, qu'ils ne soient pas ou ne soient plus le gage d'une dette. Si, en effet, un réseau ferré a pour contre-partie une rente, il est naturel que cette rente soit payée sur le produit de l'exploitation. D'ailleurs, si la rente n'est pas supportée par les transports, ceux-ci étant faits à trop bas prix, elle l'est par le produit des impôts, ce qui revient le plus souvent au même par l'effet de la répercussion : le consommateur qui obtient la marchandise à plus bas prix étant, en même temps, le contribuable qui supporte les surélévations d'impôts. Il paie moins d'un côté et plus de l'autre.

II.

Le système français a pour conséquence d'assurer l'amortissement du capital des chemins de fer, et d'amener la remise de ceux-ci, indemnes de charges, entre les mains de l'État. C'est, à mon avis, un des grands avantages de ce système.

Des impatients disent que ce résultat sera obtenu bien tard, que nous ne serons plus là pour en profiter. Je répondrai qu'une nation ne se compose pas d'une seule génération, que nous avons le devoir de travailler pour nos enfants comme nos pères ont travaillé pour nous, — nous leur lèguerons bien, à nos enfants, des dettes formidables, résultats de nos fautes et de celles de nos prédécesseurs ! — qu'enfin, ce délai si long a justement pour but de rendre les charges de l'amortissement insensibles, et conséquemment supportables pour nous.

Le système de la propriété privée des chemins de fer, tel qu'il existe en Angleterre et en Amérique, a pour conséquence de grever indéfiniment les transports de la redevance au capital, et de charger les générations futures autant que la génération actuelle.

Le système de la propriété nationale commune, établi de prime abord en Belgique et en Allemagne, produira le même résultat que la propriété individuelle, étant donnée la mauvaise habitude qu'ont les États de ne pas éteindre leurs dettes, ou s'ils en amortissent quelques-unes par une prévision spéciale, d'en contracter d'autres simultanément.

Espérons cependant que cette conséquence ne se produira pas en France, même pour le réseau de l'État, grâce à la précaution qu'a eue M. Léon Say de représenter le capital de création de ce réseau par le titre 3 p. 100 amortissable. Cela ne prouve pas, cependant, que l'on ait bien fait de créer un réseau d'État, opération qui, au contraire, a été très mauvaise pour des raisons que nous déduirons plus loin.

Je crois devoir, cependant, rendre en passant justice à un de nos

plus éminents confrères en économie politique, que l'on a aussi beaucoup attaqué.

Voilà pour quelles raisons, Messieurs, je préfère en principe la propriété commune d'État pour les chemins de fer, et pourquoi j'approuve le système français, qui en assure la réalisation effective.

LA QUESTION DE L'ÉTABLISSEMENT DES CHEMINS DE FER.

I.

Si l'État était un *richard* faisant valoir ses capitaux, ou un gros rentier dépensant régulièrement moins qu'il ne reçoit, il serait possible, — il eût été possible du moins, — d'appliquer immédiatement le meilleur système de propriété des chemins de fer grâce à ces capitaux ou à ces excédents de revenu. Malheureusement, les États, en général, au lieu de capitaux disponibles, n'ont que des dettes, et des dettes fort lourdes. Les États-Unis seuls réalisent des excédents sérieux et assurés de revenu. Si j'étais Américain, je conseillerais au gouvernement de mon pays de se servir de ces excédents pour acheter des actions de compagnies de chemins de fer, afin d'amener, à un jour donné, le retour du réseau à la Confédération.

Je lui conseillerais aussi de modifier la législation sur les chemins de fer, et d'introduire le système français, en le dépouillant des défauts qu'il a; car s'il est parfait en principe, les applications de ce principe souffrent plus d'une imperfection. Cette révision de la législation est d'ailleurs dans les tendances américaines et est même commencée.

Dans les pays d'Europe, lourdement chargés d'impôts, la première pensée qui vienne aux hommes politiques lorsqu'ils constatent un excédent de revenu, est de consacrer cet excédent à des dépenses politiques, — dont je ne conteste pas l'utilité, — telles que le développement de l'instruction, l'amélioration des petits traitements, etc. D'autres fois, on diminue ou supprime certains impôts, quitte à le regretter après. Quelquefois même, on augmente la dotation de l'amortissement, ce qui est très louable. Jamais on ne pense aux chemins de fer pour l'emploi de cet argent. Cela s'est fait, cependant, dans une certaine mesure, en Prusse, mais il faut tenir compte de cette circonstance que la Prusse est un pays où les représentants du peuple, ceux qui tiennent à plaire à l'électeur, n'exercent qu'une faible action politique.

Chaque système politique a, en effet, ses avantages et ses inconvénients : l'autocratie possède certaines supériorités sur la démocratie. Un autocrate, homme de génie, qui serait un économiste et non, comme c'est l'habitude, un guerrier, pourrait, avec ses excédents de

revenu, doter ses États d'un excellent outillage industriel général qui ne gréverait pas les produits des frais d'un capital.

J'ajouterai que cette considération ne m'amènera pas à souhaiter, pour mon pays ni pour aucun autre, un régime autocratique. Et puis, les hommes de génie sont si rares, même parmi les autocrates.

II.

Les ressources pour l'établissement des chemins de fer ne pouvant être fournies par les États ni sur leurs réserves, ni sur leurs excédents, il ne reste qu'un moyen de se procurer des capitaux : c'est de faire appel au public.

Cette obligation de faire appel au public nous replace dans la même alternative où nous nous sommes trouvés à propos de la propriété des chemins de fer ; mais cette fois, je préconiserai une solution contraire, je demanderai qu'on écarte toujours l'État pour avoir toujours recours à l'initiative privée.

L'État peut, sans doute, faire aussi bien appel au crédit public que les compagnies. Il faut même reconnaître que les compagnies trouvent un accueil d'autant meilleur qu'on sait l'État derrière elles. L'État rencontre même trop de facilités pour emprunter, l'État français particulièrement : cela l'amène à abuser.

Un emprunt fait par l'État pour construire des chemins de fer, emporte la construction par l'État lui-même, et nous place en face de l'État industriel ; or, c'est une vérité reconnue expérimentalement pour les économistes, et un préjugé légitime pour la majorité du public instruit, que l'État est un mauvais industriel.

L'État est un mauvais industriel parce qu'il n'est pas une personne réelle, mais un simple être de raison, et qu'il ne se trouve pas, en ces matières du moins, soumis à la loi de l'intérêt privé. L'intérêt privé se retourne même contre l'État, car les individus qu'il emploie pour ses travaux, ceux qui lui présentent les plans et les devis ont intérêt à ce qu'il fasse cher. Ceux qui acceptent ces plans ou qui en surveillent l'exécution n'ont pas intérêt à l'économie. Il s'est, par suite, établi dans le personnel chargé des constructions de l'État, des traditions de travail solide, quelquefois peu approprié à son objet, et toujours cher.

Donc, pour avoir des chemins de fer qui coûtent le moins possible, ce qui est une condition du bon marché des transports, il ne faut pas les faire construire par l'État.

L'État a, en outre, des habitudes de comptabilité qui ne permettent pas de calculer les prix de revient : il emploie, à l'occasion, ses fonctionnaires à différents travaux, partie aux chemins de fer, partie à autre chose ; il confond en outre toutes ses dettes : celles de la paix et celles de la guerre.

III.

On pourrait craindre que les compagnies aient un inconvénient contraire de celui de l'État, et que, notamment, ne devant pas être propriétaires à perpétuité, elles construisissent peu solidement. Mais ici l'État rentre dans son rôle naturel, qui est la surveillance, le contrôle, la garantie. Ce qui, pour la construction, est un défaut chez les fonctionnaires de l'État, devient une qualité pour la vérification et l'acceptation des travaux. Il se produit, entre les fonctionnaires et les ingénieurs des compagnies, une discussion dont le résultat est une transaction entre le cher et le pas assez cher.

Si même, par extraordinaire, une compagnie devenait par trop dépensière, le ministre des travaux publics, représentant l'État intéressé, pourrait y mettre des empêchements.

Mais de quel droit l'État, demanderait-on, interviendrait-il, ou plutôt intervient-il ? Du droit du propriétaire éminent, de qui tout dépend.

IV.

Les chemins de fer, en effet, ne sont établis qu'en vertu d'une concession, et cela non seulement en France, mais partout, en Angleterre et aux États-Unis comme ailleurs.

Les chemins de fer doivent faire l'objet d'une concession de l'État pour diverses raisons : d'abord, parce qu'ils ne pourraient être construits sans l'usage du droit souverain d'expropriation pour cause d'utilité publique ; ensuite, parce qu'ils tendent forcément à devenir un monopole, et que l'État a le devoir de faire tourner ce monopole au profit du public, et d'en empêcher les abus ; enfin, parce que l'autorité sociale a l'obligation, — en ma qualité de socialiste, je ne recule pas devant cette déclaration, — d'empêcher le gaspillage des capitaux qui pourraient trouver un meilleur emploi dans l'outillage national. Les hommes les plus éminents de l'industrie des chemins de fer en Angleterre reconnaissent qu'on a chez eux commis ce gaspillage en construisant trop de chemins de fer. On est également tombé, en France, dans le même travers.

C'est que, pour donner les concessions, dans les divers pays, on ne s'est pas assez préoccupé du dernier principe que je viens d'indiquer. On a cherché à plaire à des financiers organisateurs de compagnies, — qui ne s'occupaient guère des revenus du trafic, mais beaucoup des profits de l'émission des titres. Deux campagnes récentes tendant à de nouvelles constructions, menées l'une par un financier casse-cou, l'autre par un important syndicat, n'avaient pas d'autre but. Il y a eu aussi les grands entrepreneurs de travaux publics qui désiraient, pour ga-

gner de l'argent, mettre en œuvre leur outillage et leurs équipes d'ouvriers belges et italiens. Il y a eu, enfin, les députés désireux de conserver la faveur de leur arrondissement, en le dotant de voies ferrées inutiles, mais coûteuses. Les chemins de fer électoraux sont célèbres, et la situation de crise actuelle, tant du budget que des compagnies et de l'industrie métallurgique, provient, en partie, de cette débauche de rails.

On a vu en Amérique et en Angleterre des compagnies de chemins de fer faire faillite, et la généralité des compagnies anglaises donne des revenus ridicules.

V.

La question de l'établissement des chemins de fer ne comporte pas que les côtés en quelque sorte techniques dont nous venons de nous occuper. Il faut y faire entrer aussi la constitution des compagnies, et les contrats, entre elles et le Gouvernement, désignés sous le nom de cahiers des charges. Je n'entrerai avec détails ni dans l'une ni dans l'autre de ces deux questions. En ce qui concerne la première, je me bornerai à faire observer que l'État impose aux compagnies des règles d'amortissement de leurs obligations et de leurs actions qu'il ne pratique pas lui-même ; montrant ainsi qu'il peut être aussi bon surveillant que mauvais *agissant,* en matière économique. Pour que le contrat ne fût pas léonin, l'État a même dû donner aux compagnies certaines garanties contre lui, notamment en ce qui concerne les tarifs. La principale de ces garanties consiste dans le droit d'initiative pour les modifications de tarifs, c'est-à-dire pour les relèvements ou, — ce qui est le cas le plus fréquent, — pour les abaissements de prix. Il a ainsi assuré la création de cette richesse commune, de cet outillage ne coûtant aucun intérêt, qui sera la dotation de nos petits-enfants.

VI.

A l'origine, à l'époque où l'industrie des chemins de fer inspirait des doutes, l'État a accordé aux compagnies une subvention supérieure à un milliard, qui n'est, en somme, que peu de chose dans l'ensemble des treize milliards qui constituent la valeur du réseau français. Cette subvention trouve un large intérêt dans les impôts que paient les compagnies, et dans les services qu'elles effectuent gratuitement ou à bas prix, tels que les transports de la poste et ceux des troupes.

L'État accorde, en outre, une garantie d'intérêt dont il a été souvent parlé d'une façon inexacte ; la garantie n'est pas seulement une subvention, c'est aussi, c'est même surtout un prêt, et un prêt avec intérêt. L'argent ainsi avancé par l'État doit lui être rendu sur les re-

cettes excédant le revenu garanti. A l'expiration de la concession, au moment où l'État entrera gratuitement en possession des lignes d'une compagnie, — en payant le matériel roulant à dire d'experts, — les sommes versées pour la garantie d'intérêt qui pourront rester dues, seront déduites du prix de ce matériel. Si elles dépassaient ce prix, l'État perdrait le surplus : c'est en cela seulement que la garantie d'intérêt peut être considérée comme une subvention. Cette garantie d'intérêt n'est pas, en outre, accordée à toutes les compagnies dans des conditions identiques : celles du Nord et du Lyon, qui ont été moins chargées que les autres par les récentes conventions, ont un maximum de dépense fixé ; si elles le dépassent, la différence vient en diminution sur le revenu garanti aux actions.

La garantie de l'intérêt et de l'amortissement des obligations, celle d'un certain revenu aux actions et toutes les dépenses de l'État se justifient par la situation réciproque de celui-ci et des compagnies. L'État détermine les conditions d'établissement matériel, dans son intérêt ; il impose, au moins moralement, aux compagnies la construction de petites lignes affluentes de la grande, qui ne couvrent pas toujours leurs frais d'exploitation, — sans parler de l'intérêt du capital employé à la construction ; — il interdit de relever ou d'abaisser les tarifs sans son assentiment.

Je n'estime pas, pour mon compte, ces obligations injustes, mais je fais remarquer qu'elles légitiment la garantie d'intérêt.

Les compagnies trouvent parfois cette situation onéreuse ; exemple : la résistance qu'ont opposée certains actionnaires du Nord à la convention de 1883.

Comme compensation de la garantie d'intérêt, l'État a stipulé, à son profit, le partage des bénéfices au delà d'un certain revenu. La part de l'État, qui était fixée à moitié desdits bénéfices par les conventions de 1859 et années suivantes, a été élevée aux deux tiers par celles de 1883.

VII.

On a plaisanté sur ce partage, qui, disait-on, ne devait jamais se produire. C'est une erreur, le moment allait être atteint, lorsqu'ont été conclues les dernières conventions, par deux compagnies, celles du Nord et du Lyon; d'autres n'auraient pas tardé à suivre. Ce moment reviendrait après la fin de la crise actuelle, — fin dont les prodromes commencent à se produire, — sans les charges dont les nouvelles lignes du troisième réseau ont grevé les compagnies.

En principe, ce partage dont on n'a pu jusqu'ici parler effectivement, est une condition absolument mauvaise. Il fait du Gouvernement

pourvu du droit d'homologation, l'adversaire de toutes les réductions des prix de transport que pourrait réclamer l'intérêt du commerce.

Il aurait beaucoup mieux valu stipuler que la moitié ou les deux tiers du revenu au delà d'un certain taux seraient employés à la réduction de certains tarifs.

Puisque nous parlons des cahiers de charge des chemins de fer, je formulerai le regret qu'on n'y ait pas introduit une clause modifiant, en ce qui concerne les transports par chemins de fer, les articles 105 et 108 du Code de commerce, lesquels désarment le destinataire d'un envoi, lorsqu'il a reçu la marchandise et payé le prix du transport. On aurait dû déterminer les conditions dans lesquelles les compagnies transporteuses peuvent être rendues responsables, fixer les délais pour les réclamations et les moyens de preuve, créer une procédure d'expertise commerciale, c'est-à-dire sommaire et peu coûteuse, assurant une bonne et prompte justice aux deux parties. Il est juste, en effet, que les compagnies supportent le préjudice de la négligence de leurs employés, mais elles ne doivent pas subir la conséquence de la faute de l'expéditeur ou du destinataire, ni celle de la cause de force majeure, que l'assurance seule peut couvrir. Cette question est en instance devant le Parlement depuis 1879 et trois législatures n'ont pas trouvé le temps de la résoudre conformément au bon sens et à la justice.

VIII.

Quelques mots maintenant au sujet des conventions de 1883.

On a mené beaucoup de bruit au sujet de ces conventions, qu'on a dit être faites au profit exclusif des compagnies. La vérité est que celles-ci n'y tenaient guère, qu'elles se sont bornées à défendre leurs intérêts comme c'était leur droit, qu'elles n'y ont guère recueilli que des charges en échange de la certitude morale qu'on ne pourra pas les racheter. Ce dont il faut nous féliciter, pour les raisons que j'ai exposées précédemment, pour celles que j'indiquerai en parlant de l'exploitation, et pour une autre que je vais dire immédiatement.

Le rachat que le Gouvernement s'est réservé le droit d'opérer par l'acte de concession, doit se faire en vertu des conventions de 1859 et années suivantes, de la manière que voici : 1° paiement à la compagnie jusqu'à la fin de sa concession, d'annuités égales au revenu moyen des sept dernières années, les deux plus faibles écartées; 2° rachat, à dire d'expert, du matériel roulant.

Or, le produit actuel sert à payer le revenu de tout le capital employé, tant à la construction de la ligne qu'à l'achat du matériel roulant; l'État aurait dû, par suite, en 1883, emprunter 1 milliard 750 millions pour le rachat du matériel roulant, puis faire produire aux

chemins de fer, en plus du revenu moyen, — lui ou les compagnies fermières, — l'intérêt de cette somme. Il n'aurait pu y parvenir qu'en augmentant les prix des transports; à moins qu'il n'eût préféré faire peser cette nouvelle charge sur le budget.

Il est vrai que la période qui a précédé 1883 fut celle où les recettes des chemins de fer augmentaient régulièrement de 3 p. 100 en moyenne par année, et où, croyant que cela durerait indéfiniment, on avait basé de beaux calculs sur cette moyenne d'augmentation, que la crise est venue remplacer par des moins-values.

En réalité, les conventions ont été conclues pour le plus grand avantage du Gouvernement et des députés, qui avaient pris l'engagement de construire le troisième réseau, et aussi pour celui des institutions républicaines, que l'on craignait de voir compromises par l'arrêt des travaux entrepris « pour faire grand », comme l'Empire.

IX.

Avant de terminer ces observations sur la question spéciale de l'établissement des chemins de fer, je dois, pour être complet, parler des résultats donnés par l'industrie libre ou presque libre en Angleterre et en Amérique.

Dans ces deux pays, on attaque les compagnies de chemins de fer au moins aussi vivement qu'en France, — probablement par l'influence des mêmes causes naturelles que j'ai énumérées plus haut. Et que reproche-t-on à ces compagnies? De constituer des monopoles. L'industrie libre, des entreprises concurrentes accusées de monopole! Cela peut paraître étrange, mais le fait est exact, et une étude un peu attentive du phénomène amène à en reconnaître facilement les causes.

Le monopole est inévitable avec l'industrie privée lorsque des entreprises peu nombreuses se font concurrence auprès de la même clientèle. Ces entreprises entrent d'abord en lutte, et le moyen principal de guerre qu'elles emploient réside dans des réductions de prix, — à titre provisoire, bien entendu, et qui ne doivent durer que jusqu'à la défaite de l'adversaire. Ces guerres se terminent soit, en effet, par la défaite, c'est-à-dire la ruine d'un des concurrents, soit par une entente entre les deux ennemis également affaiblis par la lutte, et désespérant l'un et l'autre de vaincre. Quelle que soit la conclusion, c'est le public qui paie les frais de la guerre par des augmentations de prix, quand une cause extérieure ne s'y oppose pas. Les compagnies anglaises ont formé, par l'intermédiaire de leur *clearing house,* une coalition qui a institué des tarifs communs pour les lignes concurrentes et, par ce fait, supprimé le principal moyen et avantage de la concurrence. Aux États-Unis, les « guerres » ont pour conséquence,

tantôt la ruine et la faillite d'une compagnie, tantôt l'achat en bourse de ses titres par les hommes de la compagnie concurrente; tantôt, enfin, la formation de coalitions appelées *rings* ou *pools*, qui relèvent brusquement les tarifs.

Les abaissements passagers des tarifs sont, sans doute, profitables aux voyageurs et aux expéditeurs accidentels, mais ils sont nuisibles, par le simple fait de leur instabilité, au commerce régulier; d'ailleurs, ils sont forcément plus que compensés par des relèvements d'une durée beaucoup plus longue.

L'élévation permanente des prix de transport est la conséquence forcée du régime des lignes concurrentes et fatalement coalisées. Il est compréhensible que le prix de revient et, par conséquent, le prix de vente du service transport soit plus élevé lorsqu'il y a plusieurs outillages, plusieurs services d'exploitation, que quand il n'y en a qu'un seul.

Je ne parlerai pas des reproches graves qu'on formule contre les directeurs des compagnies libres d'Amérique, au sujet des expédients qu'ils emploient pour faire prédominer leurs intérêts personnels sur ceux des actionnaires.

Quoi qu'il en soit, d'ailleurs, il est certain que l'entreprise privée, l'industrie libre pure et simple, appliquée aux chemins de fer, aboutit au monopole tout comme si la législation avait établi ledit monopole. Il y a là une loi de science économique que l'observation a démontrée, mais qu'un peu d'algèbre spéciale aurait fait prévoir. C'est parce qu'en France on avait fait cette opération que j'ai qualifiée d'algèbre économique que l'on a évité et l'entreprise privée à la manière anglo-américaine, et tout d'abord l'entreprise par l'État à la manière belgo-allemande. Je suis convaincu, d'ailleurs, que le réseau de l'État français n'aura pas une longue existence.

X

Le monopole étant inévitable, il ne peut légitimement exister sans l'intervention de l'État, c'est-à-dire de l'autorité sociale, agissant au nom des intérêts collectifs pour les mettre à l'abri de la tyrannie de quelques intérêts privés. En Angleterre et aux États-Unis, l'intervention du gouvernement, non prévue et légalisée au début de la création des chemins de fer, se produit par voie d'empiètements, d'usurpations sur la liberté précédemment reconnue. Il serait, d'autre part, inexact de dire que cette intervention se produit au fur et à mesure des besoins, et exclusivement dans la mesure des besoins, c'est-à-dire des abus à réprimer; elle est le résultat de réactions populaires, de véritables poussées, qui souvent dépassent le but. C'est une erreur de

croire qu'une démocratie ne peut pas être excessive dans ses décisions, tyrannique même, aussi bien qu'une aristocratie.

Un des hommes les plus éminents de l'industrie des chemins de fer en Angleterre, M. Laing, du Brighton-Railway, a reconnu, dans une lettre publiée par le *Times,* il y a deux ans, que la liberté de construction des chemins de fer avait eu, dans son pays, deux inconvénients principaux : le premier, d'amener l'emploi, dans cette industrie, de trop nombreux capitaux, dont l'intérêt surcharge les prix de transport; le second, la négligence, au profit des lignes magistrales reliant les grands centres, des lignes affluentes de faible rapport. La conclusion de la lettre de M. Laing était, sans qu'il le dise, — son patriotisme ne le lui aurait sans doute pas permis, — la constatation de la supériorité du système français.

Une organisation établie primitivement, dans laquelle le partage des attributions de l'initiative privée et de l'État est faite théoriquement, scientifiquement, est de beaucoup préférable à la méthode d'expédients des Anglo-Américains, laquelle n'est pas, au fond, plus libérale.

XI

La conclusion de cette étude sur la question de l'établissement des chemins de fer est donc que le monopole est inévitable dans cette industrie, que le problème qui se pose est celui de la meilleure organisation de ce monopole dans l'intérêt public, et que la préférable est celle des compagnies concessionnaires, enfermées dans un cahier de charges par lequel l'État s'est réservé le droit d'approbation, ceux de contrôle et de surveillance. En d'autres termes, le meilleur système est le système français, dans son principe, sinon dans toutes ses applications, lesquelles sont susceptibles de modifications, c'est-à-dire d'améliorations. A mon avis, en l'état présent des choses, les améliorations devraient porter du côté d'une plus grande liberté laissée aux compagnies.

LA QUESTION DU MODE D'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER.

I

Il pourrait sembler qu'il existe une contradiction — au moins pour l'avenir, — entre la préférence que j'ai donnée à la possession des chemins de fer par l'État, et l'insistance que j'ai montrée pour l'industrie privée dans l'établissement, laquelle comporte l'exploitation également par l'industrie privée, tandis que la possession par l'État paraît entraîner l'exploitation par le gouvernement. Il n'y a pas contradiction cependant, car l'État français, propriétaire à l'expiration des conces-

sions, pourra, comme le fait déjà celui de la Hollande, confier l'exploitation à des compagnies fermières. Nous sommes donc, en ce qui concerne la question de l'exploitation, placés en présence du même problème que pour les deux précédentes. Le mode d'exploitation a une grande importance au point de vue du prix des transports. Il soulève, en outre, d'autres problèmes, notamment ceux du contrat de transport et de son exécution.

II

Nous nous trouvons, pour la troisième fois, en présence de l'option: État ou initiative privée; comme pour la question de l'établissement, je répondrai : initiative privée.

Si l'État est mauvais industriel pour la construction des chemins de fer, il l'est bien davantage pour leur exploitation; l'exemple des pays où ce système est pratiqué le prouve. Je ne parlerai pas du réseau de l'État français, pour lequel on peut se retrancher derrière le peu d'importance de ses lignes, mais de la Belgique et de la Prusse; et encore, ce dernier pays est-il dans des conditions politiques qui permettent l'exploitation à bon marché.

Si l'exploitation par l'État est plus chère, ce n'est pas parce qu'il paie mieux son personnel, ce qui constituerait une excuse, mais parce qu'il l'augmente trop, particulièrement le haut personnel. C'est aussi parce qu'il est soumis à des influences qui surchargent les frais.

En ce qui concerne le personnel, la preuve la plus convaincante a été fournie par M. Service, ancien premier ministre de la colonie de Victoria, — pays nouveau où la force des choses a amené l'État à construire les chemins de fer et à les exploiter. M. Service déclara un jour au parlement colonial que les cadres du personnel comportaient un nombre d'employés double de celui nécessaire, et qu'il y avait encore six mille postulants inscrits, recommandés, naturellement, par des membres de la législature.

Le mal de l'exploitation par l'État, c'est encore, c'est toujours l'absence de l'aiguillon de l'intérêt personnel, ce grand levier de l'immense majorité des actions humaines.

Une des plus curieuses démonstrations de l'incapacité de l'État comme exploitant de chemins de fer, consiste dans sa manière d'établir ses comptes. En France, on fait sortir des bénéfices de l'exploitation du réseau de l'État en négligeant l'intérêt du capital employé à la construction, et que paie le bon contribuable. En Belgique, les rapports parlementaires contiennent, chaque année, des critiques sur le gâchage du matériel. En Autriche, où existe un autre réseau de l'État, il m'a été affirmé que les livres du gouvernement rappelaient la légen-

daire bouteille à l'encre. La Prusse seule paraît avoir un fonctionnement régulier, mais il serait nécessaire, pour bien se rendre compte, d'avoir des statistiques moins compliquées.

Dans un pays comme la France, où une commission pointilleuse s'efforce sans cesse de rogner le budget, l'État exploitant serait vite amené à relever les tarifs, — comme demande à le faire en ce moment le ministre des travaux publics d'Autriche, qui s'était laissé entraîner à faire une concurrence à coups de réductions aux lignes privées. L'État ayant le monopole, non pas d'une région, comme les compagnies actuelles, mais de tout le pays, n'aurait point à craindre la concurrence qui existe actuellement, ainsi que je l'expliquerai plus loin; et si la navigation sur les canaux et les rivières devenait gênante, il saurait bien lui imposer des conditions, en sa qualité de souverain et de propriétaire desdits canaux et rivières.

III

On objectera peut-être la vieille réputation de la Belgique pour le bon marché de ses transports. J'examinerai cette question en ce qui concerne la réalité des prix, en parlant de la tarification. Je me bornerai à dire qu'il y a eu, à une époque, en Belgique, des réductions de tarifs pour des motifs politiques, mais que des relèvements, particulièrement en ce qui concerne les voyageurs, se sont produits ensuite.

Quelques mots maintenant au sujet du contrat de transport : En Belgique et en Allemagne, pays types de l'exploitation par l'État, celui-ci a limité sa responsabilité à 75 fr. les 100 kilogr., dans le premier, et à 150 dans le second, pour le cas où la marchandise serait avariée, détruite ou perdue. Si la marchandise vaut plus, il faut payer une prime d'assurance. En France, au contraire, le gouvernement et les tribunaux ont considéré une semblable stipulation comme contraire à l'ordre public, et les compagnies sont responsables de la valeur réelle de la marchandise sans prime d'assurance. Nul doute que l'État français exploitant s'empresserait d'imiter ceux de la Belgique et de l'Allemagne.

Un autre fait qui ne tarderait certainement pas à se produire, consisterait dans le dessaisissement des tribunaux ordinaires pour toutes les affaires relatives aux transports, et dans la soumission desdites affaires à la juridiction administrative. Quelques conclusions d'incompétence, quelques arrêtés de conflit, quelques invocations du pouvoir supérieur du ministre feraient l'affaire. La propension de notre administration à se soustraire aux juges ordinaires est trop forte pour qu'une telle conséquence ne soit pas inévitable si jamais l'Administration met la main sur les chemins de fer.

LA QUESTION DE LA TARIFICATION DES TRANSPORTS.

I

C'est contre les prix des transports qu'a été dirigée, dans la Chambre des députés, la dernière attaque contre les compagnies de chemins de fer.

Mettons tout d'abord hors de cause les transports de voyageurs, qui ne représentent que le côté le moins important de la question. Tout ce qui peut être dit à ce sujet, c'est qu'il est regrettable que la crise fiscale, conséquence de la crise industrielle et agricole, ait empêché l'exécution de la clause des conventions de 1883 qui stipule que si l'État renonce à tout ou partie de l'impôt de 23 p. 100 sur la grande vitesse, les compagnies feront une réduction égale, et que les tarifs de voyageurs seront diminués progressivement : la troisième classe profitant plus que la seconde, et la seconde plus que la première.

Ce qui importe, dans la question de la taxation, c'est le prix du transport des marchandises et particulièrement des marchandises voyageant en petite vitesse.

La plupart des orateurs qui ont discuté cette question dans le Parlement, et des publicistes qui l'ont abordée dans la presse, ont eu le tort grave d'ignorer un fait qui domine tout le problème. Ce fait est celui-ci : les compagnies de chemins de fer ne sont maîtresses ni des prix à inscrire dans leurs tarifs, ni des systèmes de ces tarifs.

Il y a d'abord l'État, qui a fixé des prix *maxima* au-dessus desquels on ne peut monter, qui s'est réservé l'homologation des tarifs nouveaux, et qui interdit le relèvement de tout prix une fois abaissé.

Mais l'État lui-même, nonobstant sa souveraineté, n'est qu'un petit personnage en présence de ces puissances qu'on nomme l'intérêt privé et la concurrence, lesquelles soumettent les compagnies de chemins de fer à leur empire, quoi qu'en puissent penser et dire les personnes qui ne voient que la surface de la question.

II

La concurrence des compagnies de chemins de fer entre elles et contre la batellerie fluviale ou maritime, et le désir qu'elles ont de faire le plus de recettes possibles, ont pour conséquence d'amener la réduction générale des prix de transports au taux *minimum*.

La démonstration de l'application de cette loi économique à l'industrie des voies ferrées, comme à toutes les autres, va ressortir de l'exposé des méthodes diverses de tarification.

La question de la taxation des marchandises doit être examinée à

deux points de vue : 1° celui de la taxation naturelle et de la taxation différentielle ; 2° celui de la taxation à la distance et au prix ferme.

A l'époque lointaine où l'on organisa les services de transports publics par roulage ou bateau, on dut faire ce raisonnement : Une marchandise, quelle que soit sa valeur, exige pour son transport de... à..., une dépense de... pour un certain poids et un certain volume ; donc, toutes les marchandises doivent payer le même prix. C'est ce qu'on appelle le système *naturel.*

Mais l'expérience ne tarda pas à apprendre aux transporteurs que des prix élevés pour des marchandises de peu de valeur en paralysaient l'échange à des distances un peu éloignées. En conséquence, ils admirent des prix différents : les uns compensant les autres.

Lorsqu'en France on établit les chemins de fer, les premiers organisateurs du service commercial furent d'anciens entrepreneurs de roulage, qui appliquèrent leur système. Ce système fut résumé, dans un mot célèbre de M. Solacroup : « La marchandise doit payer tout ce qu'elle peut payer. » Ce mot a souvent été reproché, depuis, aux compagnies par des hommes qui n'avaient pas la moindre idée de ce que sont le commerce et l'industrie, — et un chemin de fer est une industrie, — et qui ne se doutaient point qu'il avait une contre-partie forcée : *La marchandise ne doit payer que ce qu'elle peut payer.* L'une et l'autre formules sont essentiellement commerciales, et en vérité on ne comprend pas pourquoi une compagnie de chemin de fer réduirait le prix de transport d'une marchandise, quand celui-ci laisse un bénéfice au commerçant ou au fabricant qui la fait venir. En revanche, l'intérêt même de la compagnie est de faire des diminutions si le prix du transport a pour effet de réduire ou de supprimer, à plus ou moins brève échéance, le transport lui-même.

Ce sont là des questions élémentaires en économie politique et en commerce, mais il existe, à cet égard, dans le public et dans le personnel politique, des préjugés erronés ; aussi, il importe de bien insister sur ce point : en ce qui concerne ses relations avec le public, un chemin de fer est une entreprise commerciale et industrielle comme une autre ; c'est un travailleur à façon, qui transporte des personnes et des marchandises pour de l'argent.

III

Il existe une sorte d'association en participation entre chaque compagnie de chemin de fer et les industriels et agriculteurs de la région qu'elle dessert. La compagnie a intérêt à transporter leurs matières premières, leurs produits accessoires, comme la houille et les engrais, au plus bas prix possible, afin qu'ils puissent lutter contre leurs con-

currents des autres régions, et lui donner ensuite à voiturer, à des prix plus élevés qu'ils supportent facilement, des produits fabriqués et des objets de consommation.

Chaque compagnie a intérêt à la prospérité de sa région, car si elle rendait la vie difficile à la population, l'activité industrielle et agricole et, par suite, les transports de toutes sortes diminueraient au profit des autres régions et des autres compagnies. Des démonstrations de la communauté d'intérêt d'une région et de la compagnie qui la dessert ont été fournies récemment par la participation de la compagnie de Lyon aux efforts tentés contre le phylloxéra, et antérieurement par ceux de la compagnie d'Orléans pour la plantation des landes en pins maritimes.

C'est en obéissance à cette loi économique de la taxation de la marchandise à la valeur, que cinq des grandes compagnies françaises ont réparti les marchandises à transporter aux tarifs généraux en plusieurs séries (l'Est 5, le Lyon 7, le Nord 6, l'Ouest 6, l'Orléans 4 et le Midi 3), et qu'elles ont toutes, en outre, institué des tarifs réduits, dits spéciaux, à la distance ou à prix ferme.

Le même système a été appliqué sur les chemins de fer de tous les pays, excepté en Allemagne, où par suite, sans doute, de l'amour des corps de fonctionnaires pour les règles inflexibles, l'on a eu recours à la tarification *naturelle* et au prix unique; — du moins comme tarif général, car il existe dans ce pays, et plus même qu'en France, des tarifs spéciaux à la marchandise, et de différentes espèces.

En Allemagne donc, on paie un prix unique de 16 centimes par tonne et par kilomètre parcouru en petite vitesse, plus une prime d'assurance proportionnelle à la valeur, si la garantie de 150 fr. par tonne n'est pas jugée suffisante.

Circonstance à noter: ce prix unique allemand est celui de la première série française; les prix français sont ensuite de 14 cent., 12 cent. et 8 cent., c'est-à-dire inférieurs au prix allemand, et avec garantie entière.

Les Allemands, en réalité, se servent peu, justement à cause de ce prix élevé, du tarif général pour les petites expéditions, auxquelles il est destiné. Ils s'adressent à des *groupeurs* qui chargent des wagons complets, les expédient à prix réduit, prennent le plus qu'ils peuvent au-dessous du tarif du chemin de fer, — généralement plus que notre prix moyen de 12 cent., — et réalisent ainsi de gros bénéfices.

En France, nous n'avons pas de *groupeurs*, parce que les marchandises de peu de valeur sont peu taxées.

En Belgique, pays dont on nous vante sans cesse les prix, existe une autre combinaison: on a établi un minimum de 400 kilogr. pour les

expéditions; lorsque le poids est inférieur, on paie quand même le prix de 400 kilogr.

En France, les poids et prix minima sont de 10 kilogr. et de 40 centimes.

IV

Les prix du tarif général ayant été jugés trop élevés partout, les compagnies et les États exploitants ont créé des tarifs dits spéciaux, pour lesquels aucune règle n'existe, mais qui représentent, chez nous, une moyenne de 6 centimes à la tonne et au kilomètre, — certains montant à 8 ou 9, d'autres descendant à 3 et même 2 et demi. La condition pour user de quelques-uns de ces tarifs, en France, est de faire des expéditions par wagon complet, taxé de 5,000 kilogr.; pour d'autres, il n'y a pas de minimum de tonnage. Les compagnies et les États, en cette circonstance, ont agi comme les commerçants qui réduisent leurs prix pour une grosse affaire ou pour faire beaucoup d'affaires.

Le nombre des tarifs spéciaux à 5,000 et à 10,000 kilogr. est plus grand, je le répète, en Allemagne, pays dont on a souvent cité l'exemple à propos de cette question, qu'il ne l'est en France, bien que notre *Livret-Chaix* ait provoqué de bruyantes, sinon de nombreuses réclamations, pour sa masse et sa complication. Il serait, dans tous les cas, facile de faire des livrets spéciaux pour les différentes espèces de marchandises.

Une autre réclamation qui a été élevée est relative au *minimum* de 5,000 kilogr. qu'on pourrait peut-être réduire.

V

Ainsi que je l'ai dit, les tarifs spéciaux sont de deux sortes : il y a les tarifs spéciaux à base kilométrique ou à la distance et les tarifs à prix ferme ou « de gare à gare ».

Nous nous trouvons ici, de nouveau, en présence d'un point capital de la question des transports.

La question qui se pose est celle-ci : quel est le meilleur système pour les commerçants qui font transporter des marchandises, pour le public, consommateur desdites marchandises, enfin pour l'industriel transporteur, dont l'intérêt doit aussi entrer en compte?

Au premier abord se présente, sous une autre forme, le système *naturel* dont nous avons parlé à propos de la taxation unique ou à la valeur. Un transport à 200 kilomètres semble devoir coûter le double d'un transport à 100 kilomètres ; de là les tarifs à la distance ou kilométriques. Cependant, la force des choses a amené l'adoption d'une méthode contraire : celle des prix fermes sans acception de distance, du moins dans la mesure où cela est possible.

Le véritable tarif de chemin de fer est le tarif à prix ferme, théoriquement aussi bien que pratiquement ; et c'est la force des choses qui en a amené l'établissement empirique : la loi scientifique ne s'est dégagée qu'après.

VI

L'historique de cette manifestation de la force des choses m'amène à démontrer l'exactitude de l'assertion que j'ai formulée plus haut au sujet de la concurrence existant, nonobstant le monopole, entre les diverses compagnies françaises.

Si les compagnies françaises ne se font pas, en général, concurrence pour le service des mêmes lieux de production et des mêmes marchés, si chacune d'elles a, par conséquent, le monopole d'une région, toutes ont accès au grand marché parisien. Il en résulte qu'elles se font concurrence pour l'approvisionnement de ce marché en mêmes produits; toutes, par exemple, apportent du vin, même celles de l'Ouest et du Nord, grâce aux ports du Havre, de Rouen et de Dieppe pour l'une, de Dunkerque, de Boulogne et de Calais pour l'autre.

La conséquence de cette situation, qui se présente pour un grand nombre de marchandises agricoles ou industrielles, est que les compagnies se font concurrence à coup de tarifs, et qu'elles ne s'arrêtent que quand le bénéfice est sur le point de disparaître, c'est-à-dire quand le prix est réduit au strict *minimum* possible.

Les compagnies ou les États ne font pas ces réductions méthodiquement, à tant le kilomètre ; ils fixent un prix ferme de tel à tel endroit sans s'enquérir de la distance. La raison d'être de ce prix, c'est qu'il est nécessaire.

L'association en participation dont j'ai parlé entre les agriculteurs et les industriels d'une région s'est manifestée en cette circonstance, avec pleine évidence. A chaque fois qu'une compagnie a abaissé ou *prolongé* un tarif entre un point de production et Paris, c'est parce que des producteurs sont venus représenter au directeur du service commercial, que, grâce à cet abaissement ou à ce prolongement, ils pourraient, pour leur plus grand avantage et celui de la compagnie, — dont le trafic augmenterait comme conséquence, — entrer en lutte avec des concurrents placés sur une autre ligne. D'abaissements en abaissements, de prolongations en prolongations, on est arrivé à créer un nombre considérable de prix fermes.

VII

Une autre cause de l'établissement des prix fermes a été la concurrence de la batellerie des rivières et canaux et celle du cabotage maritime.

La batellerie et le cabotage ont trouvé des défenseurs ardents, qui ont reproché aux compagnies de chemins de fer les prix réduits institués par elles pour soutenir la lutte. C'est là du pur protectionnisme. La batellerie et le cabotage ont, sur les chemins de fer, des avantages considérables, notamment celui de ne pas avoir à payer de redevance pour l'usage de la voie qu'ils emploient; ils travaillent, par conséquent, à bien meilleur marché que les chemins de fer. Si les abaissements de tarifs ont eu pour résultat d'amener, parfois, l'abaissement des prix de la batellerie et l'amélioration de son outillage, cela a été pour le plus grand avantage des consommateurs.

Remarquons, en passant, que cette concurrence même prouve le bas prix des transports par chemin de fer.

D'ailleurs, la batellerie n'a pas trop à se plaindre, puisqu'elle effectue le transport d'une grosse partie des marchandises de petite vitesse, environ le quart. Elle est et restera partout où passent les rivières et où peuvent atteindre les canaux, — qui ne s'adaptent pas, comme les chemins de fer, à tous les pays, — le meilleur système de transport pour les marchandises lourdes, encombrantes, de peu de valeur et pour lesquelles la durée du voyage a peu d'importance. Le grand défaut de la batellerie, son unique défaut, pourrait-on dire, est sa lenteur.

L'État, représentant de l'intérêt général, pour consentir à la création des tarifs à prix fermes, a mis, avec raison (en 1864), une condition : celle que si des expéditeurs ou des destinataires placés à une station intermédiaire sur le parcours du tarif, avaient intérêt à se servir de celui-ci, ils y seraient autorisés, sous la réserve, bien entendu, de payer le prix total. Une autre condition a été le droit, pour les expéditeurs ou destinataires placés en dehors de la ligne du tarif, d'en profiter, en payant au tarif général ou au tarif spécial à la distance sur la ligne de raccordement. C'est ce qu'on appelle la *soudure*.

Le système de tarif à prix ferme a été vivement critiqué par la Chambre de commerce de Paris, et on ne voit pas trop pourquoi, car Paris est la ville de France qui en profite le plus, son marché étant ainsi bien plus approvisionné qu'avec les tarifs kilométriques ou à la distance.

VIII

Théoriquement, ai-je dit, le tarif à prix ferme est le meilleur de tous; je vais le démontrer rapidement.

Il est facile de comprendre que lorsque deux producteurs paient des prix différents pour le transport de marchandises semblables vers un marché commun, c'est celui qui supporte la taxe la plus lourde qui règle le prix de vente, tandis que celui qui est le plus rapproché

réalise un bénéfice supplémentaire égal à la différence entre les prix de transport. Ce dernier peut même, s'il le veut, éliminer son concurrent du marché, en réduisant son bénéfice à cette seule différence ou à un peu moins.

L'égalisation des prix de transport tourne donc à l'avantage des consommateurs, des producteurs éloignés du marché et des entreprises de transport.

Les producteurs placés à proximité des marchés protestent contre cette théorie, en invoquant la doctrine du bénéfice de la position géographique. Ils oublient que les moyens de communication perfectionnés, depuis le sentier de mulet et la route carrossable, jusqu'au chemin de fer, au tunnel et au bateau à vapeur, ont été établis justement pour supprimer le bénéfice de la position géographique.

D'ailleurs, tel qui réclame au point de vue de la concurrence qu'ont à subir ses produits, est, d'autre part, très heureux de profiter des tarifs à prix réduits pour son approvisionnement en matières premières.

Il est, en outre, bien entendu que la situation géographique ne peut pas être renversée, et que l'on ne doit pas payer plus cher pour une distance moindre que pour une distance supérieure. La clause de la station intermédiaire assure ce résultat.

La solution complète de la question des transports serait sinon la suppression, du moins l'égalisation de toutes les distances; or, la distance au point de vue commercial, ce n'est pas l'espace, mais la somme qu'il en coûte pour le franchir; rapprocher, égaliser les prix, c'est donc rapprocher les lieux de production et les marchés, égaliser les distances. L'idéal serait que cette égalisation pût être générale, et qu'il n'en coutât pas plus pour faire venir une marchandise d'un lieu situé à vingt mille kilomètres que d'un autre placé seulement à vingt. La réalisation de cet idéal n'aura probablement jamais lieu, mais les compagnies de chemins de fer et de bateaux à vapeur, mues par la force des choses, c'est-à-dire par leur intérêt, travaillent à nous en donner une réalisation approximative : c'est une forme industrielle de l'éternelle aspiration philosophique vers la perfection.

IX

Une objection qui vient tout d'abord à l'esprit contre ce système est celle-ci : Comment les exploitants de chemins de fer peuvent-ils faire pour effectuer un long transport au même prix qu'un court? Leurs frais doivent pourtant s'accroître avec la longueur du voyage.

La réponse est facile : Il y a en matière de transport des frais variables et des frais fixes. Les frais variables sont la consommation du charbon pour le chauffage de la locomotive, l'usure des rails, la rému-

nération du personnel pour la conduite des trains. En effet, ces frais s'accroissent avec la longueur des voyages et l'augmentation du nombre des trains. Les frais fixes sont représentés par l'usure du matériel et des bâtiments, par le personnel stable des stations. Or, une plus grande circulation de trains n'use pas plus les voitures et les locomotives que la rouille et la vétusté; le personnel stable peut, dans un temps donné, exécuter les manœuvres d'un plus grand nombre de trains. D'autre part, le chargement d'un wagon coûte le même prix, quelle que soit la distance qu'il doive parcourir; la composition d'un train nécessite le même travail, à quelque distance qu'il doive être envoyé; un train plus ou moins chargé n'exige pas beaucoup plus ou moins de charbon; enfin, une locomotive en pression peut faire un plus ou moins long voyage sans grande augmentation ou diminution de frais.

Il résulte de ces constatations d'ordre technique qu'un allongement des voyages de la marchandise, une surcharge des trains jusqu'à leur maximum de capacité n'augmentent la dépense que d'une partie des frais variables, laissent stationnaires les frais fixes, et constituent par suite un emploi meilleur, c'est-à-dire plus productif, de l'outillage industriel.

X

Je crois qu'après la démonstration que je viens de faire, la supériorité des tarifs à prix fermes est incontestable; la persévérance qu'a mise la Chambre de commerce de Paris à les combattre est, par suite, incompréhensible. Ce qu'il y a de plus grave, c'est que l'avis de ce corps a prévalu sur celui de la majorité des Chambres des autres villes de France, et que l'on a imposé aux compagnies, par les conventions de 1883 : 1° la diminution du nombre de leurs tarifs spéciaux, c'est-à-dire l'établissement de prix moyens; 2° la substitution des prix kilométriques à base décroissante aux prix fermes.

Cette double transformation, qui n'a encore été accomplie que sur les réseaux de l'Est, du Lyon et du Nord, a soulevé immédiatement de violentes protestations, particulièrement dans la région du Lyon. L'établissement de prix moyens ne pouvait s'obtenir que par l'abaissement d'un certain nombre d'anciens prix et le relèvement des autres; or, il était à prévoir, — et cela est arrivé, — que les commerçants et les industriels qui auraient à payer plus réclameraient, crieraient, tandis que ceux qui auraient à payer moins garderaient le silence.

Les réclamations ne se sont pas produites avec autant d'intensité sur les réseaux de l'Est et du Nord, parce que les tarifs appliqués par ceux-ci étaient déjà kilométriques, avec correction par les distances d'application. La distance d'application est une distance fictive, moins

grande que la distance réelle, que l'on suppose exister entre le point d'expédition et le point de destination, et sur laquelle on se base pour calculer le prix. Le Lyon, lui, organisé par un homme ayant l'esprit commercial, M. Talabot, n'avait presque que des prix fermes.

XI

Quant aux tarifs kilométriques à base décroissante, qui ont donné d'excellents résultats dans un petit pays comme la Belgique, où ils ont été inventés, ils se sont trouvés mauvais, ainsi que cela était à prévoir, pour des parcours de mille kilomètres et plus.

Ce système repose sur le principe que j'ai indiqué, de la distinction entre les frais variables et les frais fixes. Il consiste en une taxation à tant par kilomètre pour une distance de cent kilomètres par exemple, en une taxation inférieure pour les cent kilomètres suivants, et ainsi de suite de cent en cent kilomètres, ou plus ou moins.

Le grand défaut des tarifs ainsi établis réside dans leur caractère mathématique. La décroissance proportionnelle peut amener la perception d'un prix total ne représentant pas le prix de revient du transport; d'autre part, la taxation à la distance, même avec des prix décroissants, a pour conséquence de faire quand même des situations différentes, pour le transport de leurs marchandises et la réception de leurs matières premières, aux producteurs placés à des distances inégales des marchés de vente ou d'approvisionnement.

Dans la discussion sur les tarifs qui a eu lieu, il y a quelques mois, à la Chambre des députés, M. Baïhaut, tout en se défendant pour sauvegarder l'honneur gouvernemental, de vouloir abolir les récents tarifs kilométriques, a reconnu que la responsabilité des inconvénients nouveaux leur incombait, et il a pris l'engagement d'en faire corriger les défectuosités par des tarifs à prix fermes. La Chambre de commerce de Paris, pour des raisons analogues, a abouti aux mêmes conclusions.

N'eût-il pas mieux valu ne pas abolir l'ancien système, que défendaient tous les hommes compétents dans la question des transports? Ne va-t-on pas, après avoir voulu simplifier, créer une complication nouvelle ?

La probabilité, en cette affaire, est que de tarif exceptionnel en tarif exceptionnel, on reviendra, par une retraite savante, au système des prix fermes. La base décroissante ne subsistant que pour les tarifs généraux, qui étaient déjà kilométriques, deviendra une excellente chose.

XII

L'un des plus fréquents sujets de plainte contre les compagnies consiste dans l'établissement de tarifs internationaux, dits de « pénétration » ou de transit.

Ces tarifs ont fourni le thème de violentes attaques contre le manque de patriotisme des directeurs de compagnies, accusés non seulement de ne pas faire ce qu'ils pourraient et devraient en faveur de leur pays, mais même de favoriser l'industrie et l'agriculture de l'étranger au détriment de l'industrie et de l'agriculture nationales. Certains orateurs et écrivains sont même allés plus loin et ont insinué la possibilité d'une trahison en cas de guerre.

Sur ce dernier point, je ferai remarquer qu'il y a là un de ces excès que la passion patriotique n'excuse pas. On ne doit pas insinuer en pareille matière, mais accuser avec preuves à l'appui. Je ne connais aucun directeur de chemin de fer, mais je suis convaincu que tous sont de très bons Français. D'ailleurs, ceux qui étaient en fonction pendant l'année terrible, ont fait preuve, ainsi que tout leur personnel, d'un dévouement inaltérable à la Patrie. Quelle que soit l'opinion politique que l'on professe, quelque grand que puisse être le conflit des intérêts, on se doit de croire au patriotisme les uns des autres, et l'opinion contraire est si injurieuse qu'un homme raisonnable et honnête ne doit la concevoir et surtout l'exprimer qu'à bon escient.

Puisque je parle des accusations incidentes portées contre les compagnies, je dois en mentionner une autre : celle relative à l'action politique des directeurs desdites compagnies. A ce propos, je citerai l'argument de fait que crut fournir, il y a quelque temps, un député très connu. La preuve, déclara-t-il dans un discours, que les compagnies de chemin de fer sont hostiles à la République, c'est qu'elles n'usent, que depuis que les républicains sont au pouvoir, de droits que leur ont toujours réservés leurs cahiers de charges, et qu'elles négligeaient avant. Et le député raconta que la compagnie d'Orléans usait, depuis quelques années, pour les chapeaux de feutre transportés de Bort (Corrèze) à Paris, du droit d'en majorer le prix de 50 p. 100, lorsque le volume dépassait une certaine dimension pour un certain poids. Le député en question ignorait que, depuis ce même nombre d'années, par suite du renchérissement de la main-d'œuvre à Paris, les chapeaux de feutre, au lieu d'être expédiés mous et pliés, sont *dressés* à Bort, que la place qu'ils tiennent dans les caisses est augmentée dans une proportion de beaucoup supérieure à 50 p. 100, et que la compagnie y perd encore. D'autre part, les ouvriers chapeliers de Paris, s'ils sont au courant de la situation, ont dû être peu reconnaissants envers le député auquel je fais allusion, qui fait profession cependant d'être de leurs amis.

XIII

Dois-je, pour terminer sur ce point, parler de l'abominable accusation de faire bon marché de la vie des voyageurs, dirigée contre les

directeurs de compagnies? Si cette accusation était fondée, on devrait envoyer tous les directeurs et administrateurs au bagne. Pour la formuler, d'autre part, il ne faut pas savoir que chaque accident coûte gros à la compagnie sur le réseau de laquelle il se produit; il faut enfin oublier que les directeurs et administrateurs, leurs familles et leurs amis voyagent beaucoup, que, par suite, ils sont exposés aux accidents comme tout le monde.

XIV

Revenons aux tarifs internationaux et à l'accusation de non patriotisme qu'on base sur eux. J'ignore quel est le degré moyen du patriotisme des administrateurs de compagnie, mais je ne crois pas m'avancer beaucoup en disant qu'il n'est pas inférieur à celui des commerçants et industriels, leurs confrères, qu'il égale même celui des réclamants, lesquels, le plus souvent, ne sont défenseurs du travail national que par intérêt personnel. D'ailleurs, les libres-échangistes ne se croient pas moins bons patriotes que les protectionnistes; c'est une question de point de vue.

Les adversaires, au nom des intérêts du travail national, des tarifs internationaux, ne citent jamais que les deux espèces desdits tarifs dont j'ai parlé plus haut : ceux de « pénétration » ou d'importation et ceux de transit. Ils oublient la troisième espèce : les tarifs d'exportation, — d'importation dans les autres pays, et qui y soulèvent des réclamations, — lesquels sont la contre-partie des tarifs d'importation. Il est vrai que les marchés extérieurs importent peu aux gens qui ne se croient pas en état de se défendre sur ceux de leur propre pays.

XV

Les tarifs d'importation se défendent encore autrement que par la nécessité de faire accepter par les compagnies et les États exploitants de l'étranger des tarifs d'exportation. Ils sont, eux aussi, le produit de la force des choses.

Les industriels et agriculteurs qui protestent contre les tarifs d'importation et qui voudraient que les chemins de fer fussent protecteurs, — oubliant que, le protectionnisme étant admis, c'est là la fonction de la douane de l'État, — les protestataires, dis-je, ne se rendent pas compte de ce fait, que les chemins de fer ne sont pas les seuls importateurs de marchandises étrangères en France. La grande navigation et le cabotage en versent tous les jours des quantités considérables sur les quais de nos ports; la batellerie en apporte par les fleuves, canaux et rivières jusqu'au centre du pays, et cela moyennant un prix de transport très bas.

Le véritable *desideratum* des protectionnistes consisterait dans le comblement des canaux, la mise en état d'innavigabilité des fleuves et rivières, l'ensablement des ports, l'arrachement des rails, l'obstruction des grands tunnels ; l'idéal des protectionnistes c'est la Chine.

En attendant que ces mesures héroï-comiques soient décrétées, les compagnies de chemins de fer ne font qu'user d'un droit élémentaire en s'efforçant d'attirer sur leurs rails, par des tarifs réduits, les marchandises qui pénétraient dans le pays par d'autres voies. Avais-je tort de dire que les tarifs internationaux sont un produit de la force des choses ?

Si les tarifs internationaux sont une nécessité inéluctable, il est nécessaire cependant qu'ils ne soient pas établis de manière à favoriser la marchandise étrangère au détriment de la marchandise nationale. C'est bien le moins que l'État, dont les compagnies tiennent l'existence, ne leur permette pas de nuire au pays comme on prétend qu'elles le font.

Mais le font-elles ? On prétend en fournir des preuves que nous allons examiner.

Ces preuves consistent dans des calculs établissant, d'une façon péremptoire et irréfutable, que la marchandise étrangère paye moins au kilomètre, sur les rails français, que la marchandise française. Cette démonstration est obtenue en divisant le prix ferme par le nombre des unités de distance.

Cet argument produit un énorme effet, mais est-il bon ? Est-ce le prix kilométrique ou le prix total qu'il faut considérer ? Je pense, moi, que c'est le prix total, et que du moment où la marchandise française et la marchandise étrangère, — le prix de cette dernière augmenté du droit de douane, s'il en existe un, — arrivent aux mêmes conditions sur le marché, les compagnies n'ont pas favorisé l'étranger, n'ont pas manqué de patriotisme. Il importe que les producteurs nationaux se pénètrent bien de cette vérité : les marchandises étrangères feraient concurrence aux leurs, lors même qu'il n'existerait pas de tarifs internationaux sur les chemins de fer. Ils doivent même savoir que les prix de concurrence à la navigation dont ils profitent eux-mêmes, leur sont utiles pour soutenir la concurrence contre les produits étrangers en renchérissant ceux-ci.

XVI

Il se trouve quelques producteurs qui, n'ayant pas suffisamment compulsé les tarifs, prétendent que les prix totaux des tarifs d'importation sont inférieurs à ceux des tarifs nationaux ; cela est inexact, mais si cela était vrai, ils n'auraient, pour rétablir l'égalité de condition, qu'à profiter de la clause de la station intermédiaire qui, pour les tarifs internationaux, en vertu des conventions de 1883, s'applique, au fur et

à mesure de l'homologation des nouveaux tarifs, même à des localités situées à 50 kilomètres sur un embranchement de la ligne parcourue par le tarif.

Nous ferons remarquer enfin qu'au cas où l'une ou l'autre clause ne pourrait s'appliquer à une localité, la compagnie desservant ladite localité ne manquerait pas de lui faire un tarif spécial, parce qu'elle a plus d'intérêt à favoriser une région qui lui fait faire tout son transport qu'une autre qui ne lui donne qu'une partie de ses exportations.

Je signalerai, en passant, parmi les moyens de calculs fantaisistes, celui qui consiste à établir une comparaison entre les tarifs à 10,000 kilogrammes d'Allemagne, et ceux à 5,000 kilogrammes de France. Les tarifs à 5,000 kilogrammes français sont à un prix intermédiaire entre ceux à 5,000 et à 10,000 d'Allemagne. Les prix allemands sont faits pour favoriser la très grande industrie.

XVII

Les tarifs de transit se défendent par les mêmes arguments que les tarifs d'importation. Ils ont pour but de faire traverser notre pays en y laissant un prix de péage, par des marchandises qui, si ce péage était trop élevé, prendraient soit la mer, soit une voie ferrée étrangère. Ici encore, la seule condition à mettre réside dans l'égalité du prix total, du point de départ au lieu de destination ou au port d'embarquement. J'ajouterai que cette égalité s'impose alors même que les marchandises ne transitent pas à travers notre territoire, c'est-à-dire prennent une voie étrangère.

XVIII

Un dernier aspect de la question de la tarification.

Depuis l'ouverture du Saint-Gothard, on parle beaucoup, en France, de percements nouveaux à travers les Alpes, soit par le Simplon, soit par le Saint-Bernard, soit par ailleurs; on parle également de chemins de fer à travers les mailles du réseau actuel. Dans quel but ces nouvelles voies? Pour raccourcir la distance entre Paris ou Bruxelles et Milan, suivant qu'il s'agit de l'exportation des marchandises françaises ou du transit des marchandises étrangères.

Ces projets, à moins qu'ils n'émanent de constructeurs en quête de travaux, ne supportent pas l'examen. Un nouveau tunnel, une nouvelle ligne emporterait une dépense, un intérêt de capital qui viendraient grever les frais généraux de la compagnie : une réduction du prix actuel, l'établissement d'un de ces tarifs de détournement dont on a tant médit, donnerait le même résultat au point de vue du raccourcissement de la distance commerciale, qui n'est, je le rappellerai, qu'une question de prix.

Et, puisque je tiens cette question, je dirai qu'il faut se mettre en garde contre les statistiques de fantaisie fournies au sujet du Gothard. Les chiffres réels se trouvent dans les *Bulletins de statistique* des ministères des travaux publics et des finances, et dans les comptes rendus des compagnies françaises et étrangères.

XIX

Je crois avoir, Messieurs, au cours de cet exposé, justifié l'assertion émise par moi au début, que les questions relatives à la propriété, à l'établissement, à l'exploitation des chemins de fer, ainsi qu'à la tarification des transports, relèvent de la science que j'ai appelée l'économie politique expérimentale; qu'elles sont régies par la force des choses, c'est-à-dire par des lois naturelles, et non par le caprice des législateurs ou des administrateurs. Je crois avoir également démontré que parmi les solutions possibles des divers problèmes que soulèvent les questions que je viens d'énumérer, les solutions découvertes et appliquées en France, et qui constituent le système dit de M. de Franqueville, sont les meilleures.

La conclusion que je tirerai sera naturellement qu'il n'y a pas lieu d'opérer, dans l'organisation de notre réseau ferré, la révolution que certains hommes réclament, mais qu'il faut simplement perfectionner, améliorer ce qui existe, en se gardant de la tendance prédominante qui consiste à trop étendre les attributions de l'État.

XX

Permettez-moi de retenir encore un peu votre attention pour vous indiquer le principal perfectionnement qu'appelle, à mon avis, l'organisation française des chemins de fer. Ce perfectionnement consisterait dans la régularisation de l'action qu'exercent les trois facteurs de l'établissement des tarifs de chemins de fer: le public, les compagnies et l'État.

Le ministre des travaux publics, aujourd'hui, décide souverainement, — dans la mesure des attributions à lui fixées par la loi et les cahiers des charges, — des questions de tarifs et des autres relatives aux chemins de fer, en s'inspirant, dans le premier cas, des avis du comité consultatif des chemins de fer, et pour les autres, de ceux de ses chefs de service.

A mon avis, ces questions devraient relever du ministre du commerce et de l'industrie, et celui-ci devrait être l'exécuteur des décisions d'une section spéciale du conseil supérieur *élu* du commerce, de l'industrie et de l'agriculture. A défaut de cette réforme radicale, on devrait composer par l'élection le comité consultatif actuel.

Une semblable organisation mettrait en présence les représentants des divers intérêts engagés, sous la surveillance des représentants de l'État, qui les départageraient à l'occasion, et ensuite sanctionneraient leurs décisions, lesquelles, le plus souvent, ne seraient que des transactions.

XXI

En terminant, Messieurs, permettez-moi d'invoquer, à l'appui de mon opinion favorable au système français des chemins de fer, celle d'un homme d'autant plus compétent qu'il avait vu de très près l'exploitation par l'État. Je veux parler de M. Malou, qui fut plusieurs fois chef du gouvernement belge. Voici comment cet homme d'État s'exprimait en 1869 :

« C'est ainsi que la France a organisé son système, c'est ainsi qu'elle marche, comme bonne organisation de cet immense service des transports, à la tête de toutes les nations. On est arrivé, en France, à placer pour un million de francs d'obligations par jour, et cela, depuis des années, et l'on achève ainsi chaque jour une moitié de ce grand travail qui s'accomplit, j'allais dire sans que la France soit appauvrie ; mais non, la France s'est enrichie dans des proportions énormes ; et quand un jour, le réseau ainsi établi, sagement exploité, s'augmentant sans cesse et accroissant la fortune publique, fera retour au domaine public, calculez, si vous le pouvez, quelle fortune la France aura conquise ; voyez quelle sera la situation financière, et calculez aussi quelle sera la situation économique, quelle sera la force de ce pays. »

M. Em. DORMOY

Ingénieur en chef des mines, à Paris.

PROJET D'UNE CAISSE DE RETRAITES EN FAVEUR DES OUVRIERS

— Séance du 19 août 1886. —

Quelle est la principale cause de l'antagonisme des classes, et la cause première des grèves, des batailles sociales dont nous sommes tous les jours menacés ? C'est que les ouvriers de l'industrie, tout en fournissant, pendant la période active de leur existence, une somme de travail considérable, sentent qu'ils n'ont pas de pain assuré pour leur vieillesse. Les salaires se limitent, par la force des choses, à la somme

qui est à peu près nécessaire pour subvenir aux besoins de chaque jour, et l'ouvrier, en général, ne met rien de côté. On peut en accuser son imprévoyance; on peut affirmer qu'il lui serait facile de le faire s'il voulait travailler encore davantage; mais le fait n'en est pas moins vrai. Il est urgent de lui porter remède; et, puisque l'ouvrier, abandonné à lui-même, n'économise pas, la société, dans son intérêt, doit l'obliger à économiser malgré lui. Il ne faut pour cela qu'étendre à tous les travailleurs une institution qui a déjà fait ses preuves, et qui fonctionne depuis longtemps dans notre pays en faveur des employés de l'État et des grandes compagnies financières et industrielles. Cette institution, c'est la création d'une caisse de retraites obligatoire, alimentée par un prélèvement sur les salaires. Voici comment cette caisse fonctionnerait :

Tout patron, en payant un salaire, est obligé de retenir à l'ouvrier 1 p. 100 de ce salaire, d'y ajouter 1 p. 100 qu'il prendra sur ses propres fonds, et de verser ces 2 p. 100 à la caisse des retraites. La caisse des retraites met en circulation des timbres spéciaux dont les patrons doivent toujours être approvisionnés. Le patron qui doit payer un salaire de 50 fr. par exemple, ne paie en argent à l'ouvrier que 49 fr. 50 c. et appose sur le livret individuel que chaque ouvrier possède un timbre de 1 fr.; il débourse donc 50 fr. 50 c. au lieu de 50 fr.

La caisse a dans chaque commune un agent, qui tient un registre, sur lequel il reporte et tient à jour les comptes individuels de tous les ouvriers domiciliés dans la commune : ceux-ci, à cet effet, sont tenus de faire viser leurs livrets par l'agent tous les trois mois.

Tout ouvrier qui a atteint l'âge de 62 ans a le droit de faire liquider sa pension de retraite. Pour en calculer le montant, on bonifie un intérêt de 3 p. 100 par an à tous les versements effectués, et on multiplie par des coefficients destinés à tenir compte de la mortalité, les ouvriers survivants devant profiter de la part des ouvriers décédés. Ces coefficients sont faciles à calculer; les tables dont les compagnies d'assurances font usage en fournissent tous les éléments.

La caisse ne garantit aucun chiffre pour le montant de la pension de retraite. Les livrets sont individuels; chaque ouvrier reçoit, à l'âge de 62 ans, une rente viagère calculée sur le montant des versements qui figurent à son compte. Mais on peut faire un calcul de prévision, duquel il résulte que la pension de retraite d'un ouvrier placé dans des conditions à peu près ordinaires s'élèvera à 370 fr. environ. Pour atteindre ce chiffre, il faut que l'ouvrier gagne environ 50 fr. par quinzaine, ou 1,200 fr. par an, et qu'il soit versé pour son compte 2 p. 100 de cette somme, soit 24 fr. par an, pendant 44 ans, depuis l'âge de 18 ans jusqu'à l'âge de 62 ans. Cette pension n'est pas très

considérable; mais elle est encore d'un grand secours pour la vie d'un vieillard retiré à la campagne. Elle pourrait d'ailleurs être augmentée, soit par les économies volontaires que l'ouvrier aurait pu faire et verser sur son livret, soit par la pension de retraite que sa femme possédera de son côté.

Les conséquences de l'adoption de ce système seraient les suivantes :

Pour les ouvriers. L'ouvrier, porteur de son livret, a une créance sur la France. Sa dignité se relève; il devient intéressé à la prospérité du pays : il ferme l'oreille aux déclamations des fauteurs de désordre.

Pour les patrons. Les patrons voient disparaître les grèves, les demandes violentes d'augmentations de salaires. Leur clientèle ouvrière devient plus stable et plus tranquille; les charges qu'ils ont à supporter pour les hospices, caisses de retraite locales, établissements de bienfaisance, diminuent graduellement.

Pour l'État. Les révolutions sociales ne sont plus à craindre. La caisse place tous ses capitaux en achats de rentes sur l'État, à raison de 200 millions par an environ. La rente 3 p. 100, dont les titres sont constamment raréfiés, atteint rapidement le cours de 100 fr. Tout nouvel emprunt devient inutile, et le Grand-Livre est définitivemen clos. La rente se capitalisant à 3 p. 100, le taux de l'intérêt de l'argent baisse dans tout le pays; les travaux industriels et les transactions commerciales prennent un essor inconnu jusqu'à présent.

On remarquera que, dans cette combinaison, on ne demande rien à l'impôt, rien à l'État ni aux communes; tandis que l'on donne au contraire de précieuses garanties à la prospérité publique, et au Trésor un concours financier considérable.

C'est pour étudier les questions pratiques qui restent à résoudre au sujet du fonctionnement de cette caisse de retraites que nous avons participé à la fondation d'une société spéciale d'études, dont le siège social est rue Coq-Héron, n° 5. La fondation de cette société a été annoncée au Congrès de Grenoble, le 13 août 1885, et à la Société d'économie politique le 5 novembre 1885. On trouvera de plus amples détails à ce sujet dans les numéros d'avril et de juillet 1886, du *Journal des Économistes.*

M. LIÉGEOIS

Professeur à la Faculté de droit de Nancy, Correspondant du Ministère de l'instruction publique.

DE L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉCONOMIE POLITIQUE DANS LES ÉCOLES NORMALES PRIMAIRES

— *Séance du 16 août 1886.* —

M. Liégeois soumet à la section les considérations qui lui semblent de nature à faire enseigner l'économie politique dans les écoles normales primaires.

Supposant que cet enseignement a été convenablement donné, il examine le parti qu'en pourra tirer l'instituteur dans les écoles primaires qu'il dirigera après avoir quitté les bancs de l'école normale.

Il montre que, non pas par des expositions dogmatiques, mais seulement par des causeries familières, l'instituteur peut faire pénétrer dans l'esprit des enfants des notions indispensables sur les principaux phénomènes économiques que présente la vie de société. A l'occasion de faits que les enfants connaissent, le besoin de se nourrir, de se vêtir, de se loger, les menus échanges qui se font pendant les récréations, la vue d'une usine, d'un marché, d'une foire, d'une voiture d'agriculture, d'un train de chemin de fer, etc., etc., le maître expliquera aux élèves comment c'est le travail qui crée les objets propres à satisfaire aux besoins des hommes, comment le travail serait très inefficace sans le secours que lui apporte le capital, comment le capital est formé par l'épargne, etc., etc. Il arrivera ensuite au commerce, en leur expliquant comment il se fait que le boulanger et le boucher aient toujours du pain et de la viande à livrer à leurs clients; à cette occasion on fera comprendre aux enfants pourquoi le pâtissier leur donne un gâteau quand ils peuvent le payer, et le leur refuse quand ils n'ont pas de monnaie dans leur poche : de là, considérations sur la nature et le rôle de la monnaie comme instrument des échanges, sur les diverses espèces de monnaie, or, argent, bronze, etc., et peut-être quelques notions sur les effets de commerce et le billet de banque.

L'instituteur arriverait ensuite au salaire, c'est-à-dire à la seule ressource dont disposent la plupart des enfants qui lui sont confiés. Comment l'attention de ses jeunes auditeurs ne serait-elle pas éveillée et

retenue? Il expliquerait le sens exact des mots salaire, intérêt, fermage, profit de l'entrepreneur, que les enfants peuvent entendre prononcer tous les jours ou rencontrer dans leurs lectures. Il expliquerait comment la hausse et la baisse des salaires tiennent à l'activité ou au ralentissement du travail, et comment les coalitions et les grèves interviennent souvent dans les débats qui s'élèvent pour la fixation du salaire.

Le maître montrera encore la nécessité de la propriété individuelle, qui doit être défendue contre toutes les attaques et qui ne peut l'être que par un gouvernement respecté, assurant à chaque citoyen, par la force de coaction dont il dispose, la jouissance de ses droits et de sa liberté.

Combien, dit en terminant M. Liégeois, ces sortes de causeries, cet enseignement rattaché à des faits concrets, qui tombent chaque jour, sous les yeux des enfants, sans exciter en eux aucune réflexion, combien ne pourraient-ils pas contribuer à maintenir et à fortifier la concorde entre les fils de notre mère commune, la patrie! Combien n'augmenteraient-ils pas leur dévouement à ces libres institutions, qui ne placent aucune entrave, aucune barrière artificielle devant les plus nobles ambitions! Il n'y a là ni chimères ni illusions, car les enfants d'aujourd'hui seront demain des électeurs et tiendront dans leurs mains les destinées de la France.

Ce n'est pas seulement aux garçons, mais encore aux filles que M. Liégeois voudrait voir donner cet enseignement familier. Ces jeunes filles, le temps en fera bientôt des épouses et des mères, c'est-à-dire autant de ministres de l'intérieur et de ministres des finances des familles. Et qui pourrait soutenir que le ministre de l'intérieur et le ministre des finances ne doivent pas connaître l'économie politique?

D'ailleurs, l'orateur ne demande ni loi, ni décret. Il y a déjà un enseignement qui, par son caractère, sa nature, la souplesse de son cadre, permet au ministre de l'instruction publique de réaliser, quand il le voudra, les améliorations réclamées; cet enseignement, c'est l'enseignement civique.

M. LECLAIRE

Avocat, à Nancy.

SUR L'ÉDUCATION MILITAIRE DE LA JEUNESSE

— *Séance du 16 août 1886.* —

L'éducation militaire de la jeunesse est une idée qui a fait l'objet des préoccupations de nos grandes assemblées révolutionnaires. On en trouve la trace dans différents rapports présentés à la Convention et dans divers documents de la même époque.

Il suffit de relire le statut organique de l'Université de France pour s'apercevoir que la même idée n'avait pas échappé à l'esprit essentiellement organisateur de Napoléon Ier. Les « belliqueux lycées », comme les a appelés Victor Hugo, si imparfaits à d'autres égards, étaient d'excellentes écoles d'éducation militaire. L'instruction de la jeunesse, au même point de vue, eut un regain de popularité en 1848.

Mais ce fut surtout en 1870-1871, au cours de la guerre, que beaucoup de bons patriotes, frappés de l'inexpérience absolue où nos désastres surprenaient les citoyens français, conçurent la nécessité de donner de bonne heure à nos enfants les premières notions du métier des armes.

Au cours même de la campagne, un groupe d'une soixantaine d'élèves du lycée et du gymnase catholique de Colmar se formèrent en une compagnie d'instruction militaire. Depuis, presque tous sont entrés dans l'armée française et y ont brillamment occupé leur poste.

En 1873, sous l'empire des mêmes pensées, M. Butte, maire de Malzéville, créa à Nancy le sport nancéien.

Le mouvement se propagea avec rapidité. De nombreuses sociétés d'éducation militaire se constituèrent sur tous les points du territoire, surtout depuis qu'à son premier congrès national, la *Ligue française de l'enseignement,* incitée par M. le sénateur Georges et par M. Emmanuel Vauchez, eut à l'unanimité déclaré prendre en main la cause de l'éducation militaire de la jeunesse française.

Le décret du 6 juillet 1882, par la création des bataillons scolaires, vint superposer aux tentatives de l'initiative privée, une organisation officielle.

Mais le décret précité contient une grave erreur. Son article 1er dis-

pose que les élèves de toutes les écoles primaires ou secondaires seront admis dans les bataillons scolaires pour y recevoir l'instruction militaire et gymnastique. Ces élèves, sans distinction d'âge, sont soumis aux mêmes règlements et à un régime identique.

Or cela est tout à fait irrationnel. L'éducation militaire et gymnastique devrait être toute différente selon qu'elle s'adresse à des enfants de l'âge de 12 à 16 ans, ou au contraire à des jeunes gens de 16 à 20 ans.

Pour les enfants le maniement d'armes et les exercices militaires proprement dits, dont on ne peut jamais obtenir une exécution rigoureuse et parfaite, sont plutôt nuisibles qu'utiles. On en dira autant de l'uniforme, des insignes de grades, des fusils. Il est mauvais, avec de jeunes enfants, de jouer officiellement aux soldats. Tout au plus pourrait-on admettre que de temps à autre (une fois par mois par exemple), pour amuser les enfants et à titre de récompense, on leur fît faire une petite marche avec un simulacre de fusil à bon marché sur l'épaule et un béret sur la tête.

La seule partie de l'éducation qui doit être sérieusement poursuivie jusqu'à quatorze ans consiste dans la gymnastique sans appareils pour fortifier les muscles, rythmée autant que possible et accompagnée de chants pour développer les poumons. Ces chants doivent être patriotiques; joints à de courtes leçons faites à tout instant par l'instituteur, ils contribueront de bonne heure à former le sentiment patriotique des élèves. Joignez à cela des marches, et quelquefois, pour les plus grands élèves, le tir à la carabine Flobert : vous aurez tout ce qui, à cet âge, peut être nécessaire et utile.

Au contraire, en ce qui concerne les bataillons et les sociétés de jeunes gens âgés de plus de seize ans, si les marches et la gymnastique, qui alors se fait surtout aux agrès, gardent une place capitale, elles n'ont plus un rôle prépondérant et presque unique.

Ce qui devient surtout important c'est la formation, chez les jeunes gens, d'un sentiment absolu de la discipline, le développement d'un patriotisme ardent, de l'esprit de corps, et de toutes les qualités morales nécessaires aux futurs soldats. Pour cela le port de l'uniforme et celui d'insignes de grades (différents bien entendu de ceux de l'armée) ont une utilité incontestable; pour les mêmes raisons la distribution de drapeaux officiels aux bataillons scolaires, mauvaise pour les bataillons d'enfants, est bonne pour les bataillons de jeunes gens déjà capables de comprendre le culte et la religion du drapeau. Le maniement d'armes, les exercices militaires, dont on peut exiger l'exécution régulière et précise, deviennent aussi possibles; enfin il faudrait armer ces jeunes gens, non pas du petit fusil modèle scolaire, qui est actuel-

lement en leurs mains, mais d'une arme de même taille et de même poids que celle de l'armée. Surtout il serait indispensable de les exercer fréquemment au tir, à l'arme de guerre et à toutes les portées; ce qui présentement n'est absolument pas prévu ni par le décret organique du 6 juillet 1882, ni par les arrêtés ministériels.

Les idées qui viennent d'être exprimées ne sont pas personnelles à l'auteur de la communication. Elles se trouvent exposées dans les différents rapports présentés par les commissions compétentes à tous les congrès nationaux et régionaux de la *Ligue française de l'enseignement* et en particulier dans le remarquable travail, soumis en 1884 par M. Schnéegans, alors secrétaire général de l'*Union de la jeunesse lorraine,* au congrès régional de Nancy, que présidait M. Spuller.

Il est à souhaiter que ces idées se répandent de plus en plus dans la pratique et qu'elles s'introduisent dans la loi. On doit aussi désirer que les pouvoirs publics développent l'instruction militaire dans le pays, la rendent obligatoire, et tiennent la main à ce que tous les bataillons scolaires et toutes les sociétés d'instruction militaire et gymnastique soient régulièrement surveillés et inspectés par des officiers de l'armée active.

M. Charles BERDELLÉ

Délégué de l'enseignement primaire, à Rioz.

DES INCONVÉNIENTS DE L'ORDRE ALPHABÉTIQUE DANS LES DICTIONNAIRES

— *Séance du 18 août 1886.* —

M'étant occupé de botanique dans ma jeunesse, j'ai eu souvent à consulter le *Guide du botaniste* de Germain de Saint-Pierre. Le second volume de cet ouvrage consiste en un dictionnaire des termes techniques latins et français, dictionnaire alphabétique, suivi d'une liste méthodique des mots expliqués, intitulée *Ordre de lecture des principaux articles du dictionnaire.*

J'eus la curiosité de lire les articles dans la suite indiquée par cet *ordre de lecture;* mais je perdis trop de temps à feuilleter, pour avoir la patience de continuer cette étude, ce qui m'inspira la réflexion suivante : l'auteur aurait mieux fait de mettre ses articles à la suite les uns des autres, comme son ordre de lecture l'indique, et de remplacer celui-ci par un répertoire alphabétique. L'ouvrage aurait ainsi gagné

les qualités d'une œuvre méthodique, sans rien perdre de celles d'un instrument de recherches.

Cette réflexion peut parfaitement s'appliquer à toutes espèces de dictionnaires, mais surtout quand ils sont destinés à l'enseignement.

Ainsi supposons deux dictionnaires de biographies, l'un alphabétique, tel qu'on les fait généralement; l'autre où les noms se suivent par ordre chronologique, mais muni d'un répertoire alphabétique ; il n'est pas besoin de longs raisonnements pour voir lequel des deux mériterait la préférence. Le premier serait un bon instrument de recherches ; le second serait un recueil de lectures suivies, sans moins en valoir comme instrument de recherches. Mais comment établirait-on la chronologie des noms ? Est-ce d'après les dates des naissances ou d'après celles des morts ? C'est ce dernier système que nous préférerions pour plusieurs motifs. D'abord la mort est toujours plus rapprochée de la période active de la vie des grands hommes que leur naissance. Personne ne jouit d'une célébrité *méritée* par sa seule naissance ; combien ne sont connus que par leur glorieuse mort ; Léonidas aux Thermopyles, d'Assas, les enfants Barra et Viala, etc. Il est à remarquer aussi que, conçu dans ce système, un dictionnaire biographique ne vieillit jamais : il suffit, pour le tenir continuellement à jour, d'y ajouter chaque année le nombre de feuilles nécessaires pour contenir, par ordre de dates, les notices nécrologiques de l'année écoulée.

Passons à un autre ordre d'idées.

Un dictionnaire prendra l'épithète de dictionnaire étymologique, parce qu'après chacun des mots placés par ordre alphabétique on mettra entre parenthèses la source latine ou grecque plus ou moins lointaine d'où le mot découle.

Combien un dictionnaire mériterait-il mieux cette qualification si, au lieu de disposer les mots par ordre alphabétique, on les disposait par chapitres ayant pour titre un même mot latin, grec, germanique, celtique, français, hébreu, arabe, etc.!

Ainsi sous le mot latin *caput,* tête, on mettrait avec l'explication à la fois de leur sens et de leur filiation mutuelle les mots capitation, capital, capital (le), capitale, capitaliser, capitalisation, capitole, capitolin, capitoul, chapitre, capitulaire, capitulation, chape, chapelle, chapelain, chapeau, chapelier, chapelet, chapellerie, chapeler, chapelure, chaperon, chaperonner, cap, capuchon, capuce, capucin, capucine, capucinière, chef, chefferie, chef-lieu, chef-d'œuvre, captal, capitaine, capitainerie, capitan, décapiter, décapitation, se précipiter, précipitation. (Mentionner le mot préciput pour dire qu'il ne vient pas de *caput* mais de *capere,* prendre.)

Dans ce dictionnaire le mot écuyer, dont on confond ordinairement

les deux sens, très distincts, sous un même article, aurait deux articles différents, l'un sous le mot latin *scutum*, écu, où on le verrait avec les mots écu, écusson, écussonner, etc.; l'autre sous le mot *equus*, cheval, où on le rapprocherait du mot écurie.

Sous le mot *torquere* on rapprocherait les mots tordre, torche (*tortillon* de paille), torcher (essuyer avec une torche), torchon (linge pour torcher), etc.

Pour montrer comment un mot peut, surtout pour les choses familières, dégénérer de son sens primitif, on n'aurait qu'à prendre les mots chapeler et chapelure. En râpant une miche de pain pour avoir des petits fragments de croûte, on met à cette miche de couleur brune une espèce de chapeau blanc; de là le mot chapeler (râper de la croûte), d'où dérive le mot chapelure, dont le vrai sens est râpures de croûtes de pain.

Mais on trouva moyen de remplacer la vraie chapelure par de la mie de pain émiettée et durcie au four, à laquelle on finit par donner ce nom; et il m'est arrivé d'entendre des personnes dire chapeler du pain, dans le sens de l'émietter.

L'idée que je présente n'est pas nouvelle; son application scolaire pourrait bien l'être. Je trouve dans un catalogue de librairie la mention suivante :

De Roquefort, *Dictionnaire étymologique de la langue française,* où les mots sont classés par familles. Paris, 1829.

Dans un ordre d'idées différent, je trouve en Angleterre :

Thesaurus of english words and phrases, par P. M. Roget.

En Allemagne : *Deutscher Wortschatz,* de A. Schlesing.

Enfin en France un excellent ouvrage, le *Dictionnaire analogique de la langue française ou répertoire complet des mots par les idées et des idées par les mots,* par P. Boissière.

Sans compter les anciens dictionnaires des synonymes.

Nous voudrions qu'on fasse des répertoires complets des mots de la langue française, classés de manière à rapprocher des familles de mots comme celles-ci :

Esprit, spectre, fantôme, apparition, revenant, lutin, loup-garou, feu follet, farfadet, etc.

Rôtir, griller, braiser, étouffer, cuire, bouillir, blanchir, infuser, mijoter, faire revenir, etc.

Nous venons de dire que des tentatives du genre ont déjà été faites, mais nous n'en connaissons pas pour des dictionnaires de traduction où l'ordre que nous indiquons serait le plus utile. Tous ceux qui connaissent plusieurs langues savent combien un même mot peut être rendu de manières différentes dans une autre langue, selon les cir-

constances où on l'emploie, et même comment un faux emploi ou une mauvaise traduction peut en dénaturer le sens. Qu'on me permette de raconter à ce sujet un petit conte populaire alsacien :

Après la révolution de 1830, le préfet du nouveau gouvernement prit un arrêté de *suspension* contre le maire de la petite ville de S., dévoué à la branche aînée en sa qualité de noble de vieille souche, et confia l'*exécution* de son arrêté à l'adjoint de la même ville, un vigneron aussi honnête que peu versé dans la langue française. Quand l'arrêté lui parvint, il consulta pour en connaître le sens un jovial greffier de mairie, qui lui prouva, avec l'aide de son dictionnaire de poche, qu'on avait condamné le maire à la *pendaison* et que c'était lui, l'adjoint, qu'on chargeait d'*exécuter* son ancien collègue de la municipalité. Ce qui donna l'occasion à notre brave adjoint de répondre que la ville de S. et son conseil municipal étaient bourrés de bons patriotes, mais qu'on n'y trouvait pas un seul bourreau.

Un dictionnaire de traduction gagnera donc énormément en vraie utilité si, dans la langue à traduire aussi bien que dans la langue en laquelle on traduit, on rassemblait dans un même article tous les mots répondant à une même idée générale telle que : « rendre mangeable au moyen du feu », en spécifiant bien quelles sont les circonstances où dans l'une ou dans l'autre des deux langues on emploiera tel mot de préférence à tel autre. On pourrait ainsi approfondir bien des choses à peine effleurées dans nos vieux lexiques. Et si nous avons choisi de préférence un exemple culinaire, c'est parce que les difficultés de traduction sont d'autant plus grandes qu'il s'agit de choses plus familières.

Un dictionnaire de la langue avec les mots classés d'après leur sens est une œuvre très difficile, qui ne peut être menée à bonne fin que par un esprit très philosophique. Nous ne nous dissimulons pas les obstacles qu'on aurait à surmonter ; mais les efforts qui ont déjà été faits dans ce sens nous sont un garant que l'ouvrage sera fait par quelque jeune professeur.

Un dictionnaire historique d'après l'ordre chronologique ne présenterait de difficultés que pour les siècles qui précèdent l'ère des Olympiades et celle de la fondation de Rome, et pour quelques personnages d'une importance secondaire. En sacrifiant deux exemplaires d'un ancien dictionnaire biographique on pourrait opérer à coups de ciseaux.

L'auteur d'un dictionnaire biographique qui transformerait ainsi son œuvre, serait à coup sûr amplement récompensé de ses peines par le service qu'il rendrait aux élèves de nos établissements d'instruction, et, j'en suis persuadé, aussi par le débit plus rapide de son livre.

M. LECLAIRE

Avocat, à Nancy.

SUR LES BIBLIOTHÈQUES ROULANTES DE L'UNION DE LA JEUNESSE LORRAINE

— *Séance du 19 août 1886.* —

L'*Union de la jeunesse lorraine,* société d'instruction populaire, fut fondée en 1876, dans une pensée patriotique, par un groupe d'étudiants de Nancy. Depuis sa fondation elle a envoyé en grand nombre, dans les villes et les villages de la Lorraine, ses conférenciers populaires; elle a créé des librairies de campagne, fondé nombre de bibliothèques, de petites sociétés d'instruction, d'association, d'éducation gymnastique et militaire, qu'elle a encouragées de ses subventions.

Je ne veux entretenir le congrès que d'une seule de ses œuvres. Toutes les personnes qui se sont occupées de bibliothèques populaires ont été frappées de ce fait que dans les deux ou trois premières années de la fondation d'une bibliothèque les livres sont toujours très demandés. Ensuite, quand tous les ouvrages ont été lus, les lecteurs ne trouvant plus dans la bibliothèque de volumes nouveaux, n'en demandent plus.

C'est pour parer à cet inconvénient qu'au commencement de la présente année scolaire l'*Union de la jeunesse lorraine* fonda ses bibliothèques roulantes sur le fonctionnement desquelles j'emprunte les renseignements suivants à un rapport adressé au maire de Nancy par M. Eugène Nicolas, avocat à la cour, secrétaire général de la Société.

« On organisa dans les écoles primaires de Nancy et de 17 villages proches de notre ville, un service de bibliothèques roulantes.

« L'*Union de la jeunesse lorraine,* comme au reste toutes les sociétés d'instruction qui existent à notre connaissance, ne possède pas les ressources suffisantes pour pouvoir donner aux enfants des écoles primaires le nombre de livres nécessaires à la perfection de leur instruction et surtout de leur éducation scolaire. Il fallait donc trouver une organisation qui permît de prêter à ces enfants, sans dépense et sans dérangement pour eux, pendant la durée de leurs classes, autant de volumes différents qu'ils en voudraient ou pourraient lire. Il fallait d'autre part être sûr qu'ils soigneraient dans la mesure du possible les livres prêtés et qu'ils ne les égareraient pas. Aussi songeâmes-nous à

charger MM. les instituteurs de la distribution de ces livres et nous prîmes leur avis. Tous nous promirent leur entier concours et consentirent à s'occuper de cette distribution. Nous nous arrêtâmes donc pour parvenir à ce résultat à un système de bibliothèques roulantes qui, sans des dépenses excessives, nous permet de donner annuellement à chaque élève des écoles municipales la faculté de lire et de lire en famille 170 volumes choisis par nous, et dont vous avez bien voulu, Monsieur le maire, ainsi que M. l'inspecteur d'Académie, approuver la liste. Nous avions, pendant les vacances, préparé 10 bibliothèques de 17 livres chacune. Dès la rentrée, nous en fîmes parvenir une à chacun de tous les instituteurs des 10 écoles. Le premier de tous les mois chaque instituteur veut bien faire porter sa bibliothèque à l'école qui lui est désignée par un roulement établi d'avance. La durée des classes étant de dix mois, à la fin de l'année scolaire toutes les bibliothèques auront séjourné pendant un mois dans chaque école et tout élève aura pu lire 170 volumes de choix.

« L'an prochain, ces livres choisis pour les écoles de Nancy seront envoyés dans les écoles des villages voisins, où nous avons organisé ces bibliothèques et réciproquement. Nous avons demandé à MM. les instituteurs le nombre des livres prêtés par mois. Il nous fut répondu que les livres étaient tellement recherchés par les élèves qu'ils n'étaient plus donnés que comme récompense. Il faut que l'enfant sache sa leçon, qu'il ait convenablement fait son devoir, pour emporter un volume chez lui, et presque tous s'efforcent de bien faire pour obtenir cette faveur. Les prêts s'élèvent en moyenne par mois au chiffre de 55 ou 60, c'est-à-dire par an et pour les 10 écoles municipales, au chiffre de 5,500 ou 6,000.

« Cette organisation nous permet donc d'instruire les enfants en leur donnant le moyen de lire. Elle les pousse au travail. Elle leur fait aimer le livre et prendre l'habitude des lectures saines. En outre, si nous nous en rapportons aux renseignements que nous possédons, non seulement l'enfant qui a le livre en profite largement, mais aussi sa famille qui le lit après lui, ou à laquelle il en fait la lecture le soir alors que tous sont réunis.

« Nous pouvons donc, sans crainte aucune, continuer cette œuvre des bibliothèques pendant les années qui suivront, et tâcher même de la développer davantage. »

M. LECLAIRE

Avocat, à Nancy.

INFLUENCE DES ASSOCIATIONS D'ÉTUDIANTS DANS L'ÉDUCATION DE LA JEUNESSE LIBÉRALE

— *Séance du 19 août 1886.* —

L'Université de France, qui, dans ses écoles secondaires et supérieures, s'entend à coup sûr à dispenser l'instruction aussi bien à tout le moins qu'on ne le fait dans n'importe quel pays, est, au point de vue de l'éducation de la jeunesse, certainement aussi importante que son instruction, dans un état de regrettable infériorité. La comparaison de notre méthode avec celle des Anglais offre en particulier un contraste frappant. Dans les collèges anglais, les élèves ont presque toujours leur chambre, ne sont jamais surveillés par des maîtres à l'étude, disposent tous les jours de quelques heures de pleine liberté. A l'Université au contraire, les étudiants restent soumis à une surveillance et à un contrôle très sérieux exercés sur leur travail et sur leur conduite. En France, l'élève de lycée est soumis à une règle qui tient beaucoup de celle de la caserne ou du couvent. Au sortir de ce régime de compression l'élève de la veille, devenu en un jour, par la vertu du baccalauréat, étudiant de nos Facultés, est jeté, on peut le dire, sans ombre de surveillance ni de tutelle, sur le pavé de nos grandes villes. Rien de plus irrationnel ni de plus dangereux.

Il paraît impossible, avec nos idées et nos mœurs, de soumettre nos étudiants à un régime analogue à celui des Anglais. Mais ce qu'on ne peut attendre d'une discipline réglementée et officielle, on peut l'espérer de la force de l'esprit d'association.

Pour la première fois, après la guerre de 1870-1871, les étudiants de Nancy formèrent entre eux, en 1877, une société qui eut pour premier effet de faire disparaître entre les élèves des différentes Facultés l'esprit de rivalité et d'antagonisme qui les séparait et d'y substituer un lien étroit de camaraderie.

Les professeurs, en venant aux fêtes de la Société, contractèrent eux aussi avec leurs disciples des relations plus étroites d'affection et d'intimité pour le plus grand bien des études. Il ne fut pas non plus inutile pour le développement de l'esprit scientifique et universitaire que les

étudiants de tout ordre réunis tous les jours dans un même cercle eussent entre eux des conversations dont nécessairement le sujet roule souvent sur quelques points des matières enseignées dans les Facultés.

L'éducation civique, non moins indispensable dans l'enseignement supérieur que dans les écoles primaires, trouve son avantage à de pareilles créations. En gouvernant eux-mêmes leur Association, les étudiants comprennent ce qui est un mécanisme social et se préparent ainsi à leur rôle de citoyens. En discutant entre eux leurs intérêts, ils prennent l'habitude de la parole publique, habitude si peu répandue en France jusqu'à ces derniers temps, et pourtant si nécessaire à un pays libre. En constituant entre eux, comme ils ont été amenés à le faire à Nancy, une sorte de société coopérative de consommation (au sujet de laquelle une communication a été faite à une autre section du congrès par M. Rémond), ils acquièrent par la pratique d'excellentes notions d'économie politique.

C'est surtout à l'éducation patriotique de la jeunesse libérale que concourent avec efficacité des sociétés comme celle dont il est parlé ici. Elles doivent constituer une sorte de *Tugendbund* français. Elles doivent répandre parmi toute la jeunesse de nos hautes écoles l'habitude des exercices physiques. Déjà la Société générale des étudiants de Nancy possède une salle d'escrime ; l'an prochain elle aura, espérons-nous, à sa disposition un gymnase, un tir réduit en ville, un champ de tir dans la banlieue.

Fondée en 1877, la Société de Nancy a fait auprès de ses camarades des autres villes une propagande incessante. Grâce à cette propagande, plusieurs autres centres universitaires, et par exemple Lille, Caen, Poitiers, Bordeaux, ont aussi constitué des associations florissantes qui ont suivi l'exemple de Nancy et qui parfois, sur certains points, ont fait mieux. L'Association de Paris, fondée en 1884, compte déjà 956 membres. Elle est dans l'état le plus prospère.

Dans quelques années, toutes nos villes universitaires posséderont leur société d'étudiants. Un journal commun à toutes leur servira de lien et, d'un bout à l'autre du territoire, entretiendra parmi toute la jeunesse de nos hautes écoles les mêmes espérances patriotriques et l'unité de l'esprit français.

M. LAYET

Professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux.

LE SERVICE MUNICIPAL DE LA PRÉSERVATION DE LA VARIOLE, A BORDEAUX

— *Séance du 13 août 1886.* —

Il existe à Bordeaux, depuis 1881, un service municipal de vaccinations et de revaccinations publiques. Ce service, qui depuis cette époque fonctionne d'une façon permanente, nous a permis de relever, en notre qualité de médecin chargé de la direction médicale du service, un très grand nombre de faits d'observation que nous avons soumis concurremment au contrôle de l'expérimentation, et dont les résultats, au point de vue pratique, sont des plus importants.

Nous croyons devoir présenter tout d'abord les résultats des recherches que nous avons entreprises sur les génisses vaccinifères, recherches instituées, pour ainsi dire, d'une façon continue par la nature même du service qui, à différentes reprises, a mis à notre disposition un assez grand nombre de génisses pouvant être utilisées ensuite. Le nombre des génisses employées par le service municipal de la vaccine depuis sa fondation, dépasse aujourd'hui le chiffre de 400, chiffre fort respectable, on en conviendra, au point de vue de la valeur du contrôle des faits observés. Ces génisses sont entretenues dans un « parc » spécial, sous la surveillance directe de M. Baillet, vétérinaire inspecteur de la ville, avec le concours duquel nous avons poursuivi les recherches dont il s'agit.

Ce parc est entièrement disposé pour le séjour des génisses vaccinifères ; il comprend 8 loges ou stalles dont le nettoyage est rendu facile par le soulèvement des parois mobiles. Bien chauffé en hiver, bien ventilé en toutes saisons, il répond parfaitement à toutes les conditions voulues. Ceci dit, voici quelles sont les recherches qui constituent la première partie de ma communication.

I. — Des génisses, vaccinées toutes avec du vaccin de culture arrivé au cinquième jour plein de son évolution, c'est-à-dire avec du vaccin ayant acquis sa parfaite activité virulente, ont été successivement revaccinées à la poitrine, les unes un jour plein après la première vaccination pratiquée à la région mammaire, les autres après deux jours pleins,

un troisième groupe après trois jours pleins, un quatrième après quatre jours, un cinquième après cinq jours, un sixième après six jours, un septième après sept jours, un huitième après huit jours pleins.

Chez toutes celles où la revaccination a été pratiquée avant le cinquième jour *plein*, cette revaccination a donné lieu à l'évolution de nouvelles pustules entièrement caractéristiques à l'endroit des secondes inoculations.

Les génisses revaccinées à partir du cinquième jour plein, l'ont toutes été sans succès.

Il résulte de cette première série d'observations que *l'immunité est acquise chez les génisses dans le courant du sixième jour qui suit la vaccination.*

A côté de ce fait important, il en est d'autres qu'il nous a été permis de distinguer : en premier lieu, le rapport intime qui existe entre le moment où le vaccin cultivé sur la génisse est arrivé au *summum* de son activité virulente, et le moment où l'immunité est acquise chez cette génisse.

Jusqu'au cinquième jour, en effet, le vaccin évolue lentement, régulièrement, s'affirmant progressivement dans ses caractères extérieurs; à partir du cinquième jour, moment où ce vaccin est en pleine possession de ses propriétés préservatrices, moment aussi où l'immunité s'établit chez la génisse vaccinifère, l'évolution des pustules se précipite, et celles-ci prennent en très peu de temps un développement considérable qui coïncide avec l'apparition de la purulence dans le bouton vaccinal.

Nous avons examiné au microscope le sang des génisses vaccinées : à partir du cinquième jour, la présence de microcoques y est nettement accusée. Nous croyons qu'à partir de ce moment, l'infection vaccinale a conquis l'économie par pullulation du microrganisme infectieux, et c'est cette pullulation qui vient donner comme un coup de fouet à l'évolution de la pustule vaccinale.

Les boutons de seconde inoculation, que nous désignerons sous le nom de *revaccin,* évoluent normalement comme les premiers, avec cette différence qu'ils semblent acquérir plus rapidement leur état de parfaite virulence. Nous avons, en effet, utilisé avec succès le revaccin du quatrième jour, pour des vaccinations de génisses, des vaccinations d'enfant et des revaccinations d'adulte.

Des génisses, vaccinées à la région mammaire et revaccinées à la poitrine, ont été inoculées une troisième fois dans la région intermédiaire, c'est-à-dire au flanc. Ces secondes revaccinations n'ont jamais été suivies de succès, ayant toutes été pratiquées au moins cinq jours pleins après la première inoculation.

Après avoir pris les dispositions nécessaires pour nous trouver en présence d'un vaccin offrant toujours les mêmes conditions d'activité virulente, c'est-à-dire d'un vaccin parvenu au cinquième jour plein de son évolution, nous avons successivement, et chaque jour, pratiqué une rangée de piqûres d'inoculation à la région abdominale d'une génisse dite de contrôle ; la deuxième rangée au-dessous de la première, représentant ainsi la revaccination après un jour plein ; la troisième rangée la revaccination après deux jours pleins; et ainsi de suite

Toutes ces rangées de piqûres ont donné lieu à une évolution caractéristique de pustules vaccinales, et cela jusqu'à la septième, c'est-à-dire jusqu'au sixième jour, moment où l'immunité était acquise.

En même temps que les recherches qui précèdent, nous avons institué une troisième série d'expériences consistant à *auto-inoculer* un groupe de génisses avec leur propre vaccin aux périodes successives de son évolution. Ainsi, une génisse vaccinée depuis trois jours, était réinoculée à la poitrine avec la lymphe provenant de l'expression de ses boutons vaccinaux situés à la région mammaire ; une autre avec la lymphe provenant de boutons vaccinaux de quatre jours ; une troisième avec de la lymphe provenant de boutons de cinq jours ; et ainsi de suite.

Le succès de ces auto-inoculations est la règle jusqu'au cinquième jour.

Ainsi donc, l'*auto-transmission* est possible pendant la période de développement des pustules vaccinales jusqu'au moment où l'immunité est acquise.

De tout ce qui précède, on est déjà en droit de conclure que la pénétration dans l'organisme du virus vaccinal se fait progressivement ; que le *travail de prolifération* du microrganisme spécifique a lieu d'abord localement au niveau des points d'inoculation en présentant les caractères qui lui sont particuliers, et que ce n'est que plus tard, au moment où sa pullulation est arrivée à un certain degré de généralisation intérieure, que les modifications imprimées à l'organisme par cette sorte d'imprégnation infectieuse déterminent l'immunité.

Il est probable que le nombre des piqûres qui sont à la fois des portes d'entrée et des foyers d'élaboration du virus vaccinal n'est pas sans influence sur le temps que met l'immunité à s'établir ; toutefois, il ne paraît pas, d'après nos observations, que la multiplicité des points d'inoculation hâte l'imprégnation vaccinale dans les limites très nettement appréciables chez la génisse.

Pour juger expérimentalement ce fait de la pénétration de l'infection vaccinale consécutive au travail de prolifération extérieure dont les pustules sont le lieu d'origine et le point de départ, nous avons songé

à arrêter ce travail, soit par l'éradication des pustules avant toute imprégnation générale conférant l'immunité, soit par la destruction de ces pustules avec le cautère actuel.

C'est à ce dernier moyen que nous avons eu recours.

Jusqu'ici, ce genre d'expériences ne nous a pas donné de résultat absolu : nous avons cautérisé trop tard ou laissé ouverte quelque porte d'entrée. Aussi restreinte qu'elle fût, la pénétration a pu avoir lieu et l'imprégnation vaccinale s'établir après un retard plus ou moins long dans la pullulation intérieure du microrganisme infectieux, car la revaccination pratiquée deux ou trois semaines après la cautérisation a échoué. Néanmoins, un fait à signaler est celui-ci : il nous paraît certain que dès le troisième jour après l'inoculation première, la pénétration du virus dans l'économie a déjà eu lieu et ne saurait être arrêtée par la destruction complète des boutons vaccinaux.

Concurremment avec les recherches que nous faisions sur les génisses, je me suis livré à une série d'observations parallèles sur les enfants.

Tout d'abord, j'ai relevé un certain nombre de cas où la revaccination a été pratiquée avec succès chez des enfants présentant des pustules en voie d'évolution caractéristique. Chez ces derniers comme chez les génisses, l'immunité n'est pas toujours acquise alors que les pustules vaccinales offrent déjà leur caractère spécial et qu'elles sont susceptibles d'être utilisées avec succès ; il faut donc un certain temps pour que l'immunité ait pris possession de l'organisme.

Nous avons essayé de déterminer ce temps en pratiquant successivement un jour l'autre, ou tous les deux jours, ou tous les trois jours une ou deux piqûres d'inoculation chez des enfants n'ayant jamais été vaccinés. Il semble résulter des observations faites sur ce point que l'immunité s'établit plus tardivement chez l'enfant que chez la génisse ; ce serait ici, à partir du septième jour plein que les modifications ultimes qui confèrent l'immunité paraissent accomplies. Toutefois, nous croyons qu'il faut admettre des différences à cet égard : ces différences tiennent à l'évolution plus ou moins tardive des pustules chez l'enfant et aussi au degré plus ou moins prononcé d'adaptation du vaccin de la génisse à l'organisme humain. C'est ainsi que nous avons découvert ces faits qui méritent d'être signalés et qui se rapportent bien à l'influence qui résulte de l'état d'humanisation du vaccin de génisse ; telles personnes réfractaires au vaccin de génisse, ne le sont pas au vaccin ayant passé par l'organisme d'un enfant ; telles autres réfractaires au vaccin cultivé sur la génisse, à ce vaccin humanisé sur un enfant qui leur est étranger, ne le sont plus au vaccin humanisé sur leur propre enfant.

Les conclusions qui découlent naturellement des recherches que nous venons d'exposer sont les suivantes :

« Le virus préservateur de la variole pénètre dans l'organisme après une prolifération extérieure du microrganisme spécifique qui s'effectue aux points d'inoculation et qui est la cause de l'aspect caractéristique que revêt la pustule vaccinale ;

« Cette pénétration du dehors au dedans conduit à l'imprégnation générale de l'organisme par pullulation intérieure du microrganisme spécifique ;

« L'immunité contre des vaccinations ultérieures doit être considérée comme le résultat des modifications imprimées à l'organisme par cette imprégnation générale ;

« Cette immunité met un certain temps à se produire ; ce temps paraît être en rapport avec l'activité prolifératrice qui se fait à l'endroit des pustules vaccinales ;

« L'immunité est affirmée par l'insuccès de la revaccination et de l'auto-inoculation. »

II. — Je suis maintenant amené à placer en regard de cette première partie de ma communication la seconde partie qui a pour objet l'exposition des nombreux faits cliniques dont l'observation attentive nous a conduit au contrôle de l'expérimentation.

C'est un devoir pour moi de montrer ici l'importance considérable du service de vaccinations et de revaccinations publiques qui fonctionne à Bordeaux depuis 1881, et de revendiquer hautement pour l'administration municipale de Bordeaux le mérite d'avoir été la première à instituer, en France, un établissement de ce genre.

Organisé au moment même où une forte épidémie de variole sévissait à Bordeaux, ses bienfaits n'ont pas tardé à se faire sentir. Outre les milliers de vaccinations immédiates pratiquées par ses soins, il devenait le foyer de création de nombreux vaccinifères qui devaient porter le bénéfice de la vaccination dans tous les points de la ville par l'intermédiaire des médecins et des sages-femmes.

Depuis cette époque, le service municipal de vaccine est permanent ; il y a des séances régulières de vaccination toutes les semaines, et suivant la saison ou l'affluence du public, le nombre de ces séances régulières est augmenté. Pendant l'été, elles ont lieu tous les cinq jours, c'est-à-dire à des périodes correspondant exactement au moment où le vaccin de génisse a acquis toute sa virulence préservatrice. En outre, toutes les fois qu'il y a apparition et menace de variole en un quartier quelconque de la ville, des génisses y sont transportées et la population intéressée est revaccinée sur place. De plus, des génisses vaccinifères sont mises, sur une simple demande, à la disposition de la popu-

lation militaire, des établissements publics, des diverses administrations. Chaque année on vaccine et on revaccine dans les écoles. De plus encore, toutes les fois que les communes environnantes sont menacées de la variole, des génisses vaccinifères sont mises à leur disposition, transportées par les soins du service et la population revaccinée est ainsi mise à l'abri du fléau dont on arrête l'expansion.

C'est grâce à toutes ces mesures constamment employées que la variole ne commet plus de ravages à Bordeaux qui, en tant que ville de passage et grand port de commerce, pouvait jusqu'ici être considéré à bon droit comme un lieu d'importation constante, de renforcement et de dissémination de cette affection.

Je ne veux point insister sur les avantages qu'une pareille institution offre ainsi à la sécurité nationale ; ce qui se passe actuellement à Marseille où, depuis le commencement de l'année, on enregistre une moyenne de plus de 250 décès de variole par mois, peut suffire à démontrer combien, en dehors de ce qui se rapporte aux épidémies internationales d'origine exotique, les grands ports de mer peuvent, en ce qui concerne nos propres épidémies, rester menaçants pour la santé publique.

Ces quelques considérations suffiront, je l'espère, pour justifier l'attention qui doit être portée sur les remarquables résultats obtenus par le service municipal de la vaccine à Bordeaux, attention que je réclame ici tout en faveur d'une administration qui s'est toujours montrée profondément soucieuse de la santé de ses concitoyens. Elles suffiront aussi pour démontrer dans quel vaste champ d'exploration pratique nous avons été appelé à recueillir les faits techniques que nous allons résumer.

C'est sur un chiffre de plus de 35,000 vaccinations et revaccinations pratiquées directement par les soins du service que se basent nos observations. Sur ces 35,000 opérations on compte plus de 10,000 vaccinations chez des enfants, 8,000 revaccinations d'écoliers de l'âge de 6 à 14 ans, et 19,000 revaccinations d'adultes, hommes faits ou vieillards. La plupart des résultats obtenus sont enregistrés sur des cahiers spéciaux qui constituent les archives du service municipal de vaccine. Les personnes intéressées y trouvent consigné le certificat de vaccination de leurs enfants, qu'on leur délivre quand elles le demandent.

L'histoire de l'organisation de ce service et de son fonctionnement se trouve tout entière dans la série des rapports généraux annuels adressés au conseil municipal par M. le docteur A. Plumeau, adjoint au maire et directeur administratif du service. C'est au nom de M. le docteur Plumeau, qui a fait cette institution ce qu'elle est aujourd'hui et auquel je tiens à rendre devant vous un public et affectueux hommage

pour toute la sollicitude qu'il n'a cessé de porter aux choses de la santé publique, que je mets à votre disposition un certain nombre de ces rapports annuels. Ils forment, ainsi que vous pourrez vous en assurer, comme un véritable traité administratif de la vaccine.

Le service a été appelé, à plusieurs reprises, à renouveler son vaccin. Deux fois il a eu la bonne fortune de recueillir le *cow-pox* naturel ou spontané, et deux fois il a utilisé du *horse-pox*.

On sait que Jenner n'a jamais regardé la vaccine que comme une maladie apportée du cheval à la vache, par l'intermédiaire de la main de l'homme. Puis, on a parlé beaucoup de vaccine naturelle à la vache sans jamais avoir bien déterminé les caractères de ce *cow-pox* spontané.

Aujourd'hui, depuis les recherches de Bouley et de M. A. Chauveau qui ont définitivement fixé les caractères de la maladie chez le cheval, on est revenu aux idées de Jenner et beaucoup vont jusqu'à nier l'existence de l'éruption vaccinale naturelle chez l'espèce bovine. Chauveau, cependant, dans son étude fort remarquable sur la « vaccine originelle », publiée en 1877 dans la *Revue mensuelle de médecine et de chirurgie,* se garde bien de nier cette dernière. Conservant une sage réserve, il se contente de conclure que l'organisation du cheval est incontestablement plus apte à la culture du vaccin que l'organisme de la vache.

Les faits qu'il nous a été donné d'observer nous ont conduit à admettre deux sortes de vaccins sur la vache : l'un, ayant tous les caractères d'ombilication classique, serait du *vaccin transmis* à la vache; l'autre, véritablement *spontané,* résultat de l'aptitude vaccinogène propre à l'espèce bovine, serait l'analogue du *horse-pox* et caractérisé par une éruption vésiculeuse et vésiculo-bulleuse. Comme le vaccin transmis, ce *cow-pox* naturel peut siéger à la mamelle, mais se rencontre plus particulièrement sur les trayons.

Nous ne connaissons pas, à cet égard, d'observation plus probante que celle de la découverte du vaccin de Cerons (Gironde), qui a été signalée au service municipal de la vaccine par M. Barbe, vétérinaire à Podensac.

Ce *cow-pox* spontané doit être plus fréquent qu'on ne l'a cru jusqu'ici, et nul doute qu'un service public de vaccinations toujours prompt, comme le nôtre, à recueillir et à contrôler toute éruption vaccinoïde qui lui serait signalée, ne se trouve ainsi plus d'une fois amené en présence du véritable vaccin naturel à la vache.

Ainsi donc, pour nous, la double origine, équine et bovine, du vaccin est incontestable.

Il y a peut-être plus encore. Un de nos confrères de Bordeaux, le docteur Crezonnet, présenta un jour à la Société d'hygiène publique de

Bordeaux, dont j'ai l'honneur d'être le secrétaire général fondateur, un tout jeune chien qui offrait à la région abdominale une éruption vaccinoïde. Ce *dog-pox* naturel n'a pas été transmis à la génisse ; mais des expériences que nous avons entreprises avec MM. Baillet et G. Ferré, nous ont démontré que le *cow-pox* transmis au jeune chien donne naissance à un *dog-pox* artificiel contenant le même microrganisme spécifique que le vaccin, que ce *dog-pox* réinoculé à la génisse donne le *cow-pox* et que les chiens ainsi vaccinés ne sont plus revaccinés avec succès. Un fait intéressant à connaître : c'est que le *cow-pox* ne paraît pas transmissible aux chiens âgés.

D'autres expériences poursuivies par M. Baillet ont montré que le *cow-pox* est également inoculable au cobaye, au lapin, au jeune porc, et que ces animaux ainsi vaccinés résistent à une seconde inoculation. Ces faits viennent à l'appui de ceux déjà connus et conduisent à penser, ainsi que M. Chauveau et d'autres avec lui l'avaient déjà fait, qu'il existe probablement, en dehors du cheval et de la vache, plusieurs autres espèces animales vaccinifères.

On pourrait se demander, à la suite de tous ces faits, si le vaccin qui est le seul virus spécifique reconnu antagoniste d'un virus différent, celui de la variole chez l'homme, affection éruptive pouvant être considérée comme la maladie propre à l'espèce, si ce vaccin, disons-nous, ne serait point aussi, pour quelques espèces animales à aptitude vaccinogène, le virus préservateur de la maladie des jeunes. Des recherches dans ce sens sont commencées à l'abattoir de Bordeaux, où se trouve installé notre parc à génisses.

Le *cow-pox* cultivé sur des génisses par transmissions successives s'affaiblit fatalement quand il n'est pas régulièrement transmis au cinquième jour plein de son évolution. Dans ce dernier cas, il peut être cultivé presque indéfiniment dans toute sa virulence préservatrice. Des inoculations successives de génisse à génisse d'une lymphe vaccinale, jeune dans son évolution, permettent souvent, avec un bon choix de génisses vaccinifères, de rendre à un vaccin qui s'affaiblit toute son activité première.

Un fait des plus intéressants que le service municipal de la vaccine à Bordeaux a mis le premier en lumière, c'est *la nécessité des revaccinations dans les écoles primaires.*

Chez des écoliers vaccinés avec succès dans la petite enfance, les revaccinations peuvent déjà donner, *à partir de six ans,* 38 p. 100 de succès : sur près de 8,000 écoliers de 6 à 14 ans, la moyenne des succès obtenus a été de 41 p. 100.

Ces revaccinations d'écoliers comparées aux revaccinations chez des adultes nous ont amené aux remarques suivantes :

La durée de l'immunité est variable suivant les individus; elle est variable aussi suivant les *âges.*

D'une manière générale, chez l'enfant, la durée de l'immunité est moins grande que chez l'adulte ; de même que la réceptivité pour le vaccin est plus grande chez le premier, de même il perd plus rapidement l'immunité acquise.

En d'autres termes, un enfant vacciné dans les premiers temps de sa vie doit être revacciné au début de l'âge scolaire, c'est-à-dire à partir de six ans ; une revaccination pratiquée avec succès à cet âge procure une immunité d'une durée plus longue que la première ; chez un adulte revacciné avec succès, la durée de l'immunité est plus longue encore.

Il y a une sorte de relation étroite entre la persistance des modifications organiques qui provoquent l'immunité et le mouvement de rénovation intime de nos tissus. Dans la période de développement du corps, c'est-à-dire pendant l'enfance et l'adolescence, ce mouvement est plus accusé et plus rapide, d'où disparition plus prompte des modifications imprimées à l'économie par l'imprégnation vaccinale.

Pour les organismes chez lesquels l'immunité première résiste jusqu'au delà de l'âge de la puberté, cette immunité a grande chance de persister indéfiniment.

Il me reste à signaler quelques autres faits d'observation dont on ne saurait méconnaître également toute l'importance.

Ainsi, plusieurs fois, nous avons eu l'occasion de constater des cas *d'auto-transmission,* particulièrement chez des enfants atteints d'eczéma humide ou d'impétigo. Cette auto-transmission s'explique soit par le contact direct des parties malades avec les pustules vaccinales du bras, soit par le transport du vaccin sur ces parties au moyen des pièces de vêtement, de linge, des doigts de l'enfant ou des parents, à la période de l'évolution vaccinale où l'immunité n'est pas encore acquise.

En dernier lieu, un point qui appelle vraiment l'attention, au sujet duquel, toutefois, je dois rester encore sur la réserve, est celui qui se rapporte à la signification de ce qu'on appelle fausse vaccine.

J'ai été amené à admettre *deux fausses vaccines,* l'une qui est le résultat du trouble apporté dans le travail de prolifération extérieure du virus vaccinal, par une cause quelconque d'irritation locale : grattage ou excoriation et de l'arrêt qui en résulte dans l'évolution normale du bouton. Dans ce cas, la pénétration peut ne pas avoir lieu ou être seulement retardée, et la revaccination ultérieure devient nécessaire pour savoir à quoi s'en tenir.

Une autre fausse vaccine qui, au point de vue de la signification que j'ai été conduit à lui prêter, mériterait le nom de *vraie fausse vaccine,* consiste en un travail inflammatoire qui se produit aux points d'inocu-

lation sans que l'exanthème local qui en résulte revête l'aspect caractéristique du bouton vaccinal. Cette manifestation, qui n'est pas due ici à une cause extérieure d'irritation, est l'indice d'une évolution prolifératrice plus ou moins accusée, *qui n'aboutit pas à la pénétration du virus vaccinal dans l'organisme,* ce dernier étant encore en puissance d'immunité. De sorte que plus il y aura lutte entre le virus-vaccin et l'organisme encore doué d'une certaine immunité qui oppose un obstacle à sa pénétration, plus la vraie fausse vaccine sera accusée; et elle le serait d'autant plus que l'immunité est plus près de s'éteindre.

Parmi les opérations que nous avons pratiquées cette année (1886) chez des écoliers qui, les années précédentes, nous ont présenté la vraie fausse vaccine, les unes ont été suivies d'un succès complet, les autres n'ont donné lieu à aucun phénomène de prolifération extérieure, comme cela se passe quand l'immunité est complète, de sorte que nous croyons aujourd'hui que la vraie fausse vaccine doit toujours être considérée comme le résultat d'un travail local de prolifération du vaccin revêtant un caractère inflammatoire d'autant plus accusé que l'organisme met un obstacle plus grand à se laisser pénétrer; mais, ou bien la pénétration peut avoir lieu quand même et produire alors une nouvelle immunité complète, qui sera révélée par l'insuccès de toute revaccination ultérieure, ou bien il n'y a pas pénétration et une revaccination ultérieure peu éloignée sera suivie de succès.

Tels sont, Messieurs, les faits nombreux et variés, à la fois scientifiques et pratiques, que je suis venu porter à votre connaissance. C'est le contrôle que je demande pour eux, mais c'est aussi la notoriété. En province, malheureusement, qu'il me soit permis de le dire ici, nous ne sommes guère privilégiés en fait de tribune justement écoutée. Trop souvent la consécration de nos efforts se fait-elle attendre, et l'appoint que nous apportons aux applications pratiques de la science demeure-t-il inaperçu du plus grand nombre.

Si le service municipal de la vaccine à Bordeaux a bien mérité de la science sanitaire et de la médecine publique, c'est à vous qu'il appartient de le reconnaître en vous associant à ma reconnaissance d'hygiéniste et de philanthrope pour les organisateurs administratifs d'une œuvre sociale jusqu'ici aussi véritablement fructueuse dans ses résultats.

M. le Dr Jules ARNOULD

Professeur à la Faculté de médecine de Lille.

DE LA FIÈVRE TYPHOÏDE SPORADIQUE, SON IMPORTANCE EN ÉTIOLOGIE ET EN HYGIÈNE

— *Séance du 13 août 1886.* —

On entend par fièvre typhoïde *sporadique* les cas de cette maladie épars au cours de l'année, peu rapprochés les uns des autres, par conséquent peu nombreux et même ne paraissant avoir aucun lien entre eux. Il semble que ces cas n'inquiètent guère personne et qu'il soit passé en habitude de les négliger.

Je pense, néanmoins, qu'ils ont une grande importance, sans compter qu'ils concourent, tout comme les épidémies et peut-être plus, à constituer l'*état endémique* de la fièvre typhoïde dans les diverses localités. J'essaierai de faire ressortir cette importance à l'aide de faits de mon observation personnelle.

I.

La fièvre typhoïde sporadique est grave, c'est-à-dire qu'elle comporte, proportionnellement aux cas, une haute léthalité.

Dans le 1er corps d'armée (22,000 hommes environ), pour les années 1884 et 1885, on n'a observé qu'une seule épidémie typhoïde, laquelle était au commencement de 1884 et a causé 4 décès sur 25 cas. Voici, cependant, la mortalité typhoïde de ces deux années :

Fièvre typhoïde et continue.

	1884	1885
Entrées aux hôpitaux	129	94
Décès	10	13

Ainsi, en 1885, sans que le mot d'épidémie typhoïde ait été prononcé, il y a 13 décès typhoïdes pour une moyenne de 21,414 hommes *présents,* ou 60 p. 100,000 ; ce qui serait considérable, si le groupe d'âge auquel appartiennent les soldats n'était le terrain préféré de la fièvre typhoïde.

D'autre part, 13 décès pour 94 cas représentent une mortalité de 13.8 p. 100. Tandis que la grande épidémie de Zurich en 1884 n'a donné que 9.11 décès pour 100 malades, celle du camp du Pas-des-Lanciers (1885), 7.8 décès p. 100 ; une que nous venons d'observer à Saint-Omer (1886), 5.26.

Il y a même ceci de remarquable que, sur les 94 cas dont il est question, la garnison de Lille en compte 10 et pas de décès; celle de Valenciennes 10 et 1 seul décès. C'est donc que les autres places ont eu ensemble 12 décès pour 74 malades ou 16.60 p. 100. Ce sont celles où les cas ont été les moins nombreux dans chaque place.

A Lille, cette année, il n'est encore entré à l'hôpital que 3 typhoïsants. Ils ont fourni 2 décès.

II.

Les cas sporadiques sont beaucoup moins isolés que ne l'implique le sens ordinairement attribué à ce mot.

On s'en aperçoit tout d'abord en groupant les cas, comme nous l'avons fait dans le tableau ci-dessous, au lieu de se borner à recevoir l'impression — trop favorable — des cas successifs, peu nombreux et peu rapprochés.

Fièvre typhoïde dans les garnisons du Nord.

VALENCIENNES.		MAUBEUGE.		ARRAS.	
Dates.	Provenance.	Dates.	Provenance.	Dates.	Provenance.
18 sept. 1885	Permissionnaire.	5 déc. 1885	8e cuirassiers	6 mars 1886	33e infanter.
18 — —	127e infanter.	8 janv. 1886	Id.	24 — —	3e du génie
3 oct. —	8e de dragons	8 — —	Id.	25 — —	Id.
13 — —	127e infanter.	15 — —	Id.	7 avril —	Id.
21 — —	Id.	4 févr. —	84e infanter.		
25 nov. —	Infirmier mil.	4 — —	Id.		
20 déc. —	Enfant du concierge	4 — —	Id.		
		13 — —	8e cuirassiers		
22 mars 1886	127e infanter.	9 mars —	Id.		
28 — —	Id.	11 — —	Id.		
30 — —	Id.				
26 mai —	Id.				
1er juin —	Id.				
3 — —	Id.				

A Valenciennes, des deux hommes entrés le 18 septembre 1885, l'un appartenait à la garnison de La Fère et se trouvait en permission dans la première ville ; l'autre arrivait des grandes manœuvres, auxquelles il participait depuis quinze jours. On peut, à la rigueur, ne pas en tenir compte et les regarder comme de réels cas sporadiques. Mais les trois cas, si rapprochés, du mois d'octobre 1885 ne sont peut-être plus un résultat du hasard. Ils appartiennent à des casernes et même à des chambres différentes ; ce n'est pas une difficulté, s'il existait alors, à Valenciennes, une influence typhogène générale. En tout cas, il est dif-

ficile d'affirmer que l'atteinte de l'infirmier, employé précisément dans les salles où se trouvaient les précédents malades, et celle de l'enfant du concierge aient été sans aucun rapport avec la petite série antérieure.

Que, d'autre part, on groupe les trois cas du mois de mars et les trois cas de mai-juin 1886, on pourra ne pas y voir la filiation des cas les uns des autres ; mais il sera malaisé d'échapper à l'idée qu'il y ait eu, à deux reprises différentes, une exacerbation locale et momentanée de certaines conditions typhogènes qui peuvent, d'ailleurs, être personnelles et dépendre des soldats eux-mêmes, ou extrinsèques et se rattacher aux milieux (le sol surtout) dans lesquels se conserve et fructifie le germe spécifique.

A Maubeuge, il n'y avait pas eu de fièvre typhoïde en 1885 avant le 5 décembre. Il n'y en a plus eu depuis mars 1886. Les 10 cas espacés sur 3 mois et quelques jours, que nous avons consignés au tableau précédent, appartiennent à deux corps différents, et proviennent de deux casernes distinctes ; l'un d'eux même naquit à la prison. Loin de regarder cette circonstance comme propre à démontrer la fortuité de la série, je pense qu'elle révèle, au contraire, l'existence d'une influence générale et commune dépendant des milieux locaux, comme qui dirait une fructification abondante des germes typhogènes dans le sol de Maubeuge à cette époque.

Il est possible de soupçonner une influence analogue à Arras, du 6 mars au 7 avril 1886, époque à laquelle nous trouvons 4 cas de fièvre typhoïde, qui ne sont suivis d'aucun autre jusqu'aujourd'hui (15 août).

Les 3 cas observés à Lille en 1886 se sont présentés le 25 janvier, le 30 janvier et le 23 février. A Douai, il n'y a eu encore que 2 cas, cette année ; il s'agissait de deux artilleurs du 15e, tous deux employés à cultiver les jardins du régiment dans les fossés de la fortification, et qui entrèrent à l'hôpital le même jour. Ce ne peut être le hasard qui a réuni ces deux typhoïsants.

Finalement, rien n'est plus rare dans nos garnisons qu'un cas absolument isolé, c'est-à-dire unique pour toute l'année ou même pour une période de quelques mois.

III.

Les cas sporadiques entretiennent les germes de la fièvre typhoïde et constituent l'imminence permanente des épidémies.

Je me suis assuré, en relevant un certain nombre d'années de la statistique médicale de l'armée qu'il y a, tous les ans, à peu près dans toutes les places de la région du 1er corps, des cas de fièvre typhoïde. Le plus commun, de beaucoup, est que ces cas se soient présentés sous forme sporadique et non à l'état d'épidémie. Il en résulte, évidemment,

que dans toutes les places du Nord on entretient et rafraîchit sans cesse les germes typhogènes de façon qu'on les trouve toujours prêts à faire une épidémie, si une raison extérieure vient à exaspérer l'infection des milieux ou, surtout, si quelque circonstance multiplie les individus réceptifs et affaiblit les économies humaines. « Affaiblir les organismes parasitaires pathogènes; fortifier la cellule animale », telle est aujourd'hui la formule de la prophylaxie et même de la thérapeutique des maladies infectieuses.

Or, quand on voit cinq ou six hommes d'une caserne pris de fièvre typhoïde dans l'espace de trois à quatre mois, il n'est guère douteux que beaucoup d'autres, qui ne manifestent rien au dehors — ou n'accusent tout au plus qu'un peu de courbature fébrile (il n'y a pas de maladie dont les formes varient par le degré de gravité autant que la fièvre typhoïde), — n'aient aussi respiré ou avalé quelques-uns de ces mêmes germes vis-à-vis desquels leurs camarades se sont montrés plus susceptibles (réceptifs). On admettra bien, au moins, qu'il s'introduit de ces germes dans leurs vêtements, dans des effets à leur usage[1]. La semence est tombée : seulement le terrain n'était pas prêt.

Eh bien, on dispose toujours, d'ordinaire malgré soi, dans l'armée, d'un moyen de réaliser très largement cette préparation, c'est-à-dire de rendre réceptifs et moins résistants un grand nombre d'individus. C'est le *surmenage,* dont les éléments sont, du reste, assez variés, puisqu'ils comprennent le dépaysement, les fatigues physiques, les abris et le couchage insuffisants, l'alimentation défectueuse, la suspension des soins de propreté, etc.

Nous pensons que certaines épidémies militaires, qui ont eu un grand et fâcheux retentissement, comme celle de Tunisie (1881) et celle du camp du Pas-des-Lanciers (1885), s'expliquent par le transport des germes latents et leur fructification sous l'influence du surmenage beaucoup mieux que par toute autre théorie. Les soldats qui se déplacent viennent toujours de localités et même de casernes où il y a eu depuis peu de la fièvre typhoïde, — sporadique le plus souvent. Ils en emportent des germes *latents* en Tunisie ou au Pas-des-Lanciers, selon le cas ; le surmenage de l'expédition fait éclore ces germes et détermine l'épidémie, peut-être avec la collaboration de quelques éléments telluriques ou météorologiques locaux.

Tel est le rôle du surmenage et il n'est pas besoin de recourir ici à la théorie chimique de l'*autotyphisation* qui, non seulement implique la protogenèse de la fièvre typhoïde, mais rejette évidemment cette

1. M. le professeur Verneuil vient d'exposer, à l'Académie de médecine (*séance du 3 août*), avec une merveilleuse sagacité et une grande ampleur, la théorie du « PARASITISME MICROBIQUE LATENT ».

maladie spécifique et contagieuse dans le cadre des intoxications, c'est-à-dire des affections banales.

Il faut bien croire, d'ailleurs, qu'il y a toujours eu quelque cas sporadique à l'origine d'une épidémie quelconque. Si on le cherchait un peu, on le trouverait sur place très communément. Ce sont les cas sporadiques qui jettent la graine dans le sol, dans les recoins de nos demeures, dans l'eau peut-être. Les partisans de la propagation typhoïde par l'eau de boisson, que je ne suis pas volontiers, sont bien obligés d'admettre un premier cas en dehors de l'épidémie, qui a mis dans l'eau la semence distribuée ensuite aux masses. Ce premier cas appartenait à la catégorie des sporadiques.

Les sporadiques ne naissant pas d'eux-mêmes plus que les autres, j'incline à croire qu'il y a, dans la localité où on les observe, quelque chose qui favorise leur filiation. Comme il ne faut, pour constituer une épidémie, qu'une aggravation de ce quelque chose ou une dépression de la vitalité des groupes, mon premier mouvement est toujours de chercher de ce côté la raison des épidémies, plutôt que dans la distribution des germes, précise et étonnante, par l'eau de boisson.

Il va sans dire que les cas sporadiques peuvent être aussi l'origine d'épidémies *par contagion*. Nous avons rapporté une petite épidémie de ce genre, à Lille, dans le *Bulletin médical du Nord,* 1881, et le Dr Mareschal en a recueilli une pareille à Montmédy. (Voir Léon Colin : *Rapport sur la fièvre typhoïde dans l'armée*. Paris, 1882.)

IV.

Il semble ressortir des considérations qui précèdent une sorte de loi, à savoir : que *ce sont les milieux extérieurs qui entretiennent les germes typhogènes et font les cas sporadiques, tandis que les groupes humains créent la disposition individuelle et font les épidémies.*

Ce qui explique peut-être la gravité de quelques séries de cas sporadiques. Dans le sol de telle ville, il y a des germes qui, à de certains moments, possèdent une activité intense ; peu d'hommes sont *disposés* à les accueillir, mais ceux qui s'y prêtent sont atteints par des agents d'une virulence extrême ; aussi succombent-ils fréquemment. Dans le sol ou l'air d'un camp récemment établi, au contraire, il n'y avait rien et il n'y a que les germes apportés par les troupes ne jouissant que d'une vitalité indécise ; mais les soldats avaient, en grand nombre, acquis la réceptivité. Un grand nombre aussi sont frappés ; mais ils ne le sont que par des parasites peu florissants ; l'atteinte de l'économie est moins fatale.

La signification des cas sporadiques vis-à-vis de l'intégrité ou de la

souillure des milieux est donc considérable. La persistance et le rapprochement des cas sporadiques annuels dans une ville doivent donc correspondre à une putridité notable du sol, à des eaux médiocres, à une voirie négligée, à une canalisation défectueuse, à l'encombrement et à la malpropreté des habitations.

Il en est, effectivement, ainsi des villes du Nord et des casernes que nous avons en vue. On peut même dire que l'insalubrité de ces villes est en raison directe du nombre des cas sporadiques. Valenciennes et Maubeuge et leurs casernes confirment cette loi d'une façon malheureuse et frappante. L'immunité d'Avesnes la confirme aussi, pour la raison contraire.

V.

Résumé et conclusions. — 1° La fièvre typhoïde à l'état sporadique est *grave* et entre pour une part sérieuse dans la mortalité typhoïde ;

2° Il est rare que les cas dits *sporadiques* méritent absolument ce nom. La plupart du temps, ils ont réellement quelque lien entre eux et ne sont autres que de petites épidémies ;

3° Les cas sporadiques sont le prélude des épidémies. Ils les préparent en ravivant et conservant les germes typhogènes ;

4° Ils représentent au mieux l'ubiquité, la permanence de la fièvre typhoïde et servent de base à ses tendances à l'épidémicité ;

5° Partout où il y a des cas sporadiques, il y a des germes dans les milieux extérieurs. Les groupes humains peuvent transporter une part de ces germes, même sans manifester l'atteinte typhoïde. Il suffit d'une circonstance troublant sérieusement la vitalité des individus pour assurer le développement de ces germes et la constitution d'une épidémie. En tête des circonstances de cette nature, il faut inscrire le *surmenage ;*

6° L'existence, dans une ville, de cas sporadiques de fièvre typhoïde, surtout de ceux qui se présentent par petits groupes, prouve l'infection des milieux, l'imminence des épidémies et, par conséquent, l'insuffisance de l'assainissement urbain ;

7° On peut juger du degré auquel est parvenu cet assainissement par la raréfaction ou, surtout, la disparition des cas sporadiques de fièvre typhoïde.

M. le Dr E. MAUREL

Médecin principal de la marine, à Cherbourg.

CONTRIBUTION A L'HYGIÈNE DES PAYS CHAUDS. HABITATION. VÊTEMENTS. HABITUDES COLONIALES

— *Séance du 14 août 1886.* —

Au congrès de Blois, je vous ai exposé mes idées sur l'hygiène alimentaire des pays chauds, et je suis heureux de vous dire qu'une nouvelle expérience de quinze mois passés en Cochinchine et au Cambodge n'a fait que me confirmer dans les principes dont je me suis attaché à faire ressortir l'importance, *la nécessité d'un régime peu azoté.*

Je n'y reviendrai pas. Je veux aujourd'hui, comme pour compléter un petit manuel d'hygiène des pays chauds, vous parler de l'habitation, du vêtement et de certaines coutumes qui font partie essentielle de la vie coloniale.

J'aurai ainsi passé en revue les points les plus importants de l'hygiène privée dans les pays chauds, et je pense qu'il y aura quelque avantage à avoir réunis dans la même publication ces conseils qui pourront être facilement consultés par tous ceux qui s'apprêtent à faire leurs débuts dans la vie coloniale.

I. — De l'habitation dans les pays chauds.

Les différentes habitations construites dans les pays chauds peuvent se ramener à trois types : celles *en maçonnerie,* les *baraquements en planches* et les *paillottes.*

Dans la première catégorie, je place non seulement les *maisons* ou *bâtisses* proprement dites, mais aussi celles construites en briques. Il y a lieu cependant d'établir une différence, les maisons en pierres ayant généralement les murs plus épais et moins perméables. Ce sont celles qui, à cause même de cette particularité, me paraissent préférables. Leurs murs nous isolent mieux de l'air extérieur, et de même qu'elles nous protègent mieux contre le froid, elles conservent le même avantage contre le chaud. Il suffit de les clore le matin avant que la température extérieure ait atteint son maximum.

Cet isolement plus parfait explique ainsi les moindres variations de température que l'on y ressent, surtout pendant la nuit. On sait, en effet, qu'un des inconvénients des pays chauds, c'est le rayonnement

qui se produit dans la seconde partie de la nuit, et qui abaisse la température extérieure d'une manière sensible. Or, grâce à l'isolement plus complet des murs en bâtisse, le refroidissement se sent moins que dans les autres.

Les *baraquements* ou *constructions en bois* sont celles qui laissent le plus à désirer. Pendant le jour, elles s'échauffent plus que les deux autres, et pendant la nuit elles subissent plus que les autres l'abaissement de température. Elles sont absolument à abandonner dans les pays chauds. Les *paillotes,* faites avec des substances différentes, mais qui toujours sont composées de tiges ou de feuilles tressées ou pressées, quoique satisfaisant moins l'œil, valent cependant mieux.

J'ai pu m'en convaincre par des observations rigoureuses. Des thermomètres comparés d'avance ont été placés pendant 15 jours environ dans la maison que j'occupais, qui était en maçonnerie, et les paillotes qui servaient d'hôpital, et les observations faites aux mêmes heures. Or, le résultat a été constant. Les paillotes ont été un peu plus chaudes pendant le jour, et un peu plus fraîches pendant la nuit, mais dans des proportions qui n'ont jamais atteint deux degrés.

Ainsi, si nous ne tenons compte que des matériaux qui entrent dans la construction des habitations, c'est à la bâtisse en pierre qu'il faudra donner la préférence ; puis viendra la brique et ensuite les paillotes et les constructions en bois, ces dernières étant de toutes les moins hygiéniques.

Mais le choix des matériaux n'est pas la seule question qui doive préoccuper l'hygiène. Quelques dispositions générales ont aussi une extrême importance. Je signalerai les principales.

Entourage en persiennes. — Quels que soient les matériaux auxquels on s'adresse, il est de la plus grande importance d'abriter les murs de la partie habitée contre les ardeurs du soleil. Il faut donc construire la maison habitée dans une plus grande et laisser entre elles de vastes galeries permettant à l'air de circuler librement. Il n'est pas nécessaire que les *constructions d'abri,* si je puis ainsi dire, soient en maçonnerie aussi épaisse que la partie habitée. Elle pourra même n'être en grande partie composée que par de vastes persiennes dont les lames mobiles permettront de graduer l'accès de l'air.

Souvent, et dans un but d'économie, quelques côtés seulement en sont maintenant munis. Elles perdent ainsi beaucoup de leur précieux avantage qui est d'assurer la libre circulation de l'air tout autour de la maison.

Toiture. — Celles en briques ou en ardoises sont celles qu'il faut préférer. Le zinc, adopté dans quelques-unes de nos colonies, transforme l'étage le plus élevé en une étuve. Les quelques avantages qui

l'ont fait valoir, propreté, durée, ne sauraient compenser cet inconvénient[1].

Les toitures en bois (bardeaux) valent encore mieux au point de vue de l'hygiène. Dans beaucoup de nos colonies, on arrive à les faire non seulement imperméables, mais aussi très solides.

Mais pour la toiture, de même que pour le mur, il est important de se conformer au principe du double plan. Entre la toiture elle-même et le plafond de l'étage le plus élevé doit se trouver un espace de plusieurs mètres et communiquant sans entrave avec les galeries. Je ne saurais trop m'élever contre les combles clos. Ils emmagasinent pendant le jour une quantité considérable de chaleur dont ils n'arrivent pas à se débarrasser complètement pendant la nuit. Ce système de double plan que j'avais adopté pour mes paillottes à Pnom-Penh m'a rendu les plus grands services.

Étages. — Peu de maisons des pays chauds ont plus de deux étages, et je ne crois pas qu'il faille les augmenter. Mais il y a avantage à les avoir.

Le rez-de-chaussée, quelque précaution que l'on prenne, est toujours un peu humide, et il est à éviter au moins comme chambre à coucher. Il doit être réservé, autant que possible, aux pièces dans lesquelles on séjourne peu, salon, salle à manger, etc.

Le premier étage est le plus sain et celui dont la température est la plus constante. C'est lui que l'on doit occuper de préférence. Le deuxième, quand il existe, est précieux dans les pays paludéens. Mieux que les autres il met à l'abri contre ces affections. Il est important de fermer les fenêtres avant le coucher du soleil et de ne les ouvrir qu'assez longtemps après son lever. C'est donc à cet étage que doivent être placées les chambres à coucher.

Piliers. — Pour toutes les constructions légères, on trouve dans l'emploi des piliers l'avantage précieux de diminuer l'humidité. Aussi, je ne saurais trop les recommander. Mais il est nécessaire de leur donner une hauteur suffisante pour permettre un nettoyage facile.

Les constructions légères, plus encore que les autres, s'exposent à voir s'accumuler au-dessous d'elles les poussières et les impuretés qui passent à travers les joints du plancher. Il faut donc que non seulement l'air, mais que nous-mêmes puissions circuler facilement au-dessous pour en surveiller la propreté. La grande hauteur des piliers présente du reste un autre avantage. Dès qu'ils approchent de deux mètres, ils constituent une véritable pièce supplémentaire très fraîche et à l'abri

1. J'ai habité pendant deux ans à la Guadeloupe une maison ainsi couverte, et pendant les deux saisons chaudes, j'ai du renoncer à travailler au 2e étage qui était cependant separé de la toiture par des combles spacieux.

du soleil. Diminuer cette hauteur, ne fût-ce que de $0^m,50$, serait perdre cet avantage.

Serait-il avantageux de construire les maisons en maçonnerie également sur piliers ?

Je n'y vois, dans tous les cas, aucun inconvénient; mais leur utilité se fait beaucoup moins sentir que dans les autres genres de constructions.

Croisées. — Bien peu de maisons ont des fenêtres fermées par des vitres. La préoccupation constante étant de donner de la fraîcheur aux appartements, on croit ne pouvoir mieux y parvenir qu'en établissant un renouvellement constant de l'air. Aussi, toutes les ouvertures, les fenêtres et souvent même les portes ne sont fermées que par des persiennes. Je trouve à ce mode de fermeture deux inconvénients : le premier est qu'il met dans l'impossibilité de s'abriter contre les courants d'air, et le second qu'il favorise la mise en équilibre de l'air extérieur avec celui de l'intérieur, et par conséquent fait perdre le bénéfice de vivre dans des appartements. Or, c'est aux courants d'air que j'attribue un certain nombre d'affections intestinales si communes dans nos colonies, et aussi le tétanos que l'on observe surtout dans nos colonies d'Amérique.

Je pense donc que dans nos colonies, comme dans les pays tempérés, les fenêtres doivent avoir deux moyens de fermeture : des croisées et des persiennes.

Dépendances. — Je comprends sous ce nom les cuisines, les lieux d'aisances et les locaux destinés à loger les animaux.

L'usage, et j'y souscris volontiers, a prévalu de placer ces dépendances loin de l'habitation. On trouve pour le justifier des raisons de sécurité et d'hygiène.

La plupart des maisons étant des constructions légères, en effet, il est prudent d'éloigner la cuisine autant que possible ; les dangers d'incendie sont ainsi diminués d'autant. Enfin, il n'est pas mauvais qu'un certain espace mette la maison à l'abri des odeurs qui se dégagent toujours de ces dépendances, quelque bien tenues qu'on les suppose.

Telles sont les règles générales qui, je crois, doivent inspirer nos architectes et constructeurs dans les pays chauds. Ils ne sauraient oublier, en effet, que l'habitation ne doit pas seulement remplir des conditions de bien-être, mais qu'elle doit surtout nous aider à lutter contre l'inclémence du climat. C'est ainsi que, quelle que soit la latitude, on doit comprendre l'habitation privée. Or, les deux dangers des pays chauds étant le paludisme et la dysenterie, c'est contre ces deux affections que l'habitation doit nous garantir.

Le paludisme, on le sait, se contracte surtout le matin et le soir, au

moment où la rosée monte et descend. Deux principes d'hygiène en découlent donc : le premier, c'est que le soir et le matin il faut vivre le plus haut possible; et le second, qu'il faut empêcher à ce moment l'air de pénétrer dans les appartements. Les avantages des maisons à plusieurs étages et la nécessité des croisées en ressortent naturellement.

Cette même nécessité ressort aussi, nous l'avons vu, de l'influence des courants d'air sur les affections intestinales, et c'est la même raison qui m'a fait donner la préférence aux maisons en maçonnerie. Quoique je ne porte pas un jugement trop sévère sur les paillotes, je dois avouer que je ne les considère pas comme un abri suffisant pour les malades atteints de dysenterie. J'ai pu m'en convaincre pendant les deux mois de saison froide que j'ai passés au Cambodge, et cependant les paillotes de l'ambulance avaient été soignées autant que possible.

Ainsi, en résumé :

1° Par ordre de valeur hygiénique, on doit placer les constructions dans l'ordre suivant : les constructions en maçonnerie, celles en briques, celles en paillotes et celles en bois les dernières;

2° La disposition la plus importante, quel que soit le genre de bâtisse que l'on adopte, c'est d'entourer la maison proprement dite de *constructions d'abri ;*

3° Cet entourage doit être complet et s'appliquer tout aussi bien à la toiture qu'aux murs de côté ;

4° Par ordre de préférence, les toitures se placent dans l'ordre suivant : celles en ardoises, celles en tuiles, en bois et en zinc ;

5° Autant que possible, il faut donner deux étages aux maisons. Le premier étage est celui dont la température est le plus constante, et le deuxième étage celui qui met le mieux à l'abri du paludisme ;

6° L'élévation sur piliers est avantageuse pour les constructions légères, mais il faut que cette élévation soit suffisante pour permettre de surveiller la propreté de l'espace qui est au-dessous ;

7° Contrairement à l'usage qui a prévalu dans les pays chauds, les fenêtres doivent être munies de croisées. Elles sont une garantie contre les maladies paludéennes et intestinales, et seules peuvent maintenir une température relativement basse pendant les chaleurs du jour, en évitant la facile mise en équilibre avec l'air extérieur ;

8° Autant que possible, soit comme garantie contre l'incendie, soit comme hygiène, il est utile d'éloigner les dépendances de la maison habitée.

II. — De l'habillement dans les pays chauds.

On n'habite pas la maison qui vous plaît, quelles que soient les idées en hygiène ; on se loge, le plus souvent, comme l'on peut. Mais on peut toujours s'habiller comme on veut.

Je ne traite pas, en effet, de l'habillement des troupes. Je ne m'occupe que des personnes qui ne relèvent que de leur goût et de leur fantaisie pour composer leur garde-robe.

1° *Coiffure.* — Un des points les plus importants de l'hygiène des pays chauds c'est de mettre la tête à l'abri du soleil. Son influence intervient d'une manière plus ou moins énergique dans la moitié des maladies. Aussi, ne saurait-on apporter trop d'attention dans le choix de sa coiffure. La meilleure, la seule, je puis dire, à conseiller, est le *casque;* mais il en existe de bien des formes, de bien des modèles. Quel est celui qui doit avoir la préférence ? Celui que la marine a adopté présente de grands avantages ; mais ses qualités, solidité, résistance à la pluie sont appréciables, surtout pour les troupes et de plus elles en ont augmenté le prix. Le casque en moelle d'aloès que le voyageur rencontrera partout, est très suffisant. Peut-être même est-il préférable. Il est léger, plus large surtout du côté de la nuque, et par conséquent la met plus sûrement à l'abri du soleil. C'est donc sur lui que doit porter notre choix.

2° *Parasol.* — Mais de plus il ne faut pas craindre, je parle surtout pour l'Européen qui fait ses débuts dans les pays chauds, de joindre à cette première précaution, celle de porter un parasol. Ceux à double fond sont les meilleurs. Il faut qu'il le prenne large, et je le répète à double fond ; tout le reste n'est qu'une question de goût et sans importance.

3° *Linge de corps.* — Sans considérer l'usage de la flanelle de corps comme indispensable, je pense qu'elle peut rendre des services dans de nombreux cas. On fera bien de s'en munir. Cependant, je le répète, je ne crois pas qu'il faille la considérer comme indispensable. Je connais bien des personnes qui ont passé de nombreuses années dans les pays chauds, et qui n'ont jamais eu à regretter de ne pas en porter.

Depuis quelques années, la chemise tend à disparaître de nos colonies, et c'est de la Cochinchine que cet usage nous vient. Le costume n'est composé, outre la flanelle de santé, que par un simple veston serrant le corps d'assez près avec un collet droit qui couvre le cou. C'est commode et même élégant. Mais est-ce suffisant ? Au point de vue des convenances, tout est usage, et je n'ai rien à en dire ; mais au point de vue de l'hygiène, c'est une habitude qui demande à être jugée par l'expérience ; en somme, ce vêtement laisse à peu près sans défense contre les variations de température la partie la plus délicate de l'organisme dans les pays chauds, l'abdomen. La chemise, au contraire, est un abri sûr pour cet organe. Serrée par le pantalon, elle forme autour de la ceinture une série de plis qui sont autant d'espaces clos, à température relativement constante, qui peuvent par conséquent garantir l'abdo-

men contre les courants d'air ou les variations atmosphériques. Je ne conseillerai donc pas l'abandon de la chemise à l'Européen à son arrivée. Je l'engagerai tout au moins à attendre que son accommodation aux habitudes coloniales, aux conditions de cette vie nouvelle, se soit faite en partie pour renoncer à un vêtement auquel il est habitué depuis son berceau.

4° *Vêtements proprement dits.* — La flanelle est réellement le tissu des pays chauds ; je n'en connais pas de meilleur pour les vêtements proprement dits, destinés à couvrir le tronc et les membres. Dans nos colonies de l'Extrême-Orient, mieux que dans nos autres colonies, les Antilles, par exemple, l'étiquette perd ses droits. Je ne saurais trop en féliciter ces colonies naissantes. Elles auront montré le véritable chemin de l'hygiène à leurs sœurs aînées. Puissent ces dernières en profiter !

Ça n'a pas été, en effet, sans étonnement que j'ai vu nos créoles des Antilles, par les chaleurs torrides qui embrasent l'atmosphère de leurs villes bâties sur le littoral, rester esclaves des modes métropolitaines, et cela même pour le choix des tissus. On y porte le pantalon de drap, la redingote de drap boutonnée et le chapeau haute forme. Les fonctionnaires et officiers n'oseraient paraître dans un bal ou une cérémonie autrement que dans la grande tenue d'hiver ! J'applaudis donc la Cochinchine d'être entrée franchement dans une autre voie. Grâce à cette initiative, le voyageur n'aura pas à supporter le supplice des vêtements de drap par une température qui dépasse souvent 30 degrés. Le pantalon blanc est accepté pour tous les fonctionnaires et les officiers et on ne trouve pas qu'un veston de flanelle dépare le salon le mieux fréquenté. Tout le monde y gagne. On ne voit pas de visiteurs suant, s'épongeant, gênés, n'osant faire le moindre mouvement. On est relativement à l'aise dans ce costume commandé par les circonstances, et les relations, sans y perdre rien de leur correction, y gagnent beaucoup en gaîté.

Il est donc convenu que l'Européen portera une flanelle de santé, une chemise s'il veut bien lui rester fidèle, et des vêtements de flanelle (paletot et pantalon) ; qu'il se couvrira la tête d'un casque, et que, de plus il s'ombragera sous un parasol.

5° *Chaussure.* — La chaussure est un des points sur lesquels je veux le plus insister. Beaucoup d'Européens se laissent aller à ne porter que des babouches, et quelques-uns même trouvent plus agréable d'aller nu-pieds. Je ne saurais trop m'élever contre ce laisser-aller, et cela non seulement au nom des convenances, mais aussi au nom de l'hygiène.

Le refroidissement des extrémités retentit souvent sur les organes

abdominaux, et ces organes ne sont déjà que trop exposés dans les pays chauds. Mais, de plus, je considère les chocs incessants auxquels expose l'habitude de marcher nu-pieds comme une cause prédisposante puissante d'une des affections le plus à redouter dans certaines colonies, l'éléphantiasis des Arabes. J'en ai vu quelques exemples au début seulement, il est vrai, mais bien confirmés chez des transportés que la misère avait depuis des années condamnés à se passer de souliers. Enfin, dans nos colonies d'Amérique, la chaussure seule, et une chaussure fermée, peut mettre à l'abri contre la *chique*. Or, si c'est là une affection légère, elle n'entraîne pas moins parfois des séjours prolongés à la chambre, et peut même devenir le point de départ d'ulcères bien longs à guérir.

Il faut donc ne jamais quitter les chaussures. On peut les porter légères, mais il les faut montantes et tenant bien le bas de la jambe. Celles en étoffe et lacées sont celles auxquelles je donnerais la préférence.

6° *Ceinture*. — Que penser de la ceinture ? Acceptée d'abord comme un bienfait par toutes les troupes d'Algérie, elle est aujourd'hui battue en brèche par de nombreux coloniaux, et même discutée pour l'armée, et, circonstance qui tout d'abord étonne, c'est surtout en Cochinchine, où les affections intestinales contre lesquelles la ceinture doit prémunir, sont plus fréquentes qu'ailleurs, que son efficacité est le plus contestée.

Mais sous ce climat où les affections sont si communes, pourrait-elle les éviter toutes ? Pourrait-elle empêcher toutes les imprudences de produire leurs funestes effets et obvier à tous les écarts de régime ? J'avoue qu'il ne faut pas la considérer comme un paladium sûr; mais je suis convaincu qu'elle rend, même en Cochinchine, de grands services.

Aux vêtements précédents je conseille donc de joindre soit une ceinture de santé, couvrant largement l'abdomen, soit une ceinture portée sur le pantalon ; si celle qui est réglementaire pour les troupes paraît trop volumineuse, on peut la remplacer par une ceinture en soie qui, plus élégante, rendra les mêmes services.

Je résumerai l'hygiène des vêtements dans les conclusions suivantes :

1° Le casque est la meilleure coiffure ; il est indispensable dans les pays chauds, et il est même bon d'y joindre le parasol ;

2° La flanelle de santé est utile mais non indispensable ;

3° L'expérience seule peut décider si l'on peut se dispenser de chemise ;

4° Les vêtements en flanelle sont les plus hygiéniques dans les pays chauds; il faut les faire larges et permettant à l'air de circuler ;

5° Il est mauvais de vivre en babouches et surtout de marcher nu-pieds ;

6° Je considère la ceinture comme utile dans les pays chauds.

III. — Habitudes coloniales.

Sieste. — On voit tout autant, proportionnellement bien entendu, des gens bien se porter parmi ceux qui font la sieste que parmi ceux qui ne la font pas. La sieste par elle-même n'est donc ni bonne ni mauvaise. Ceux qui lui résistent d'une manière complète constituent du reste une petite exception.

Je ne crois pas qu'il faille s'attacher à lutter contre ce besoin. Ni le travail ni la santé n'y trouvent beaucoup d'avantages. Souvent le travail est plus productif après un quart d'heure d'assoupissement, et la digestion se fait fort bien pendant le sommeil. De sorte que si les rares personnes qui n'éprouvent pas le besoin de se reposer après les repas n'ont qu'à profiter de cette heureuse disposition, celles qui, plus nombreuses, sont invitées au sommeil, n'ont qu'à lui céder. La véritable question d'hygiène gît dans le déjeuner et les conditions de la sieste. Que le déjeuner ait été léger et sobre, et la sieste ne dépassera pas un quart d'heure. C'est un moment d'absence qui repose, qui met fin à toute une série d'occupations, et souvent vous dispose bien à celles qui vont suivre.

Elle se passera sur une chaise longue, un fauteuil, et le cerveau, un instant détendu, se retrouvera dispos comme après une longue nuit de repos. Qu'on choisisse pour la faire un point de l'appartement à l'abri des courants d'air ; que l'on conserve son ventre assez couvert pour éviter les transitions de température, et l'on aura la sieste salutaire, réparatrice, celle dont on n'aura rien à redouter. Mais que le repas du matin ait été long, copieux ; que des vins généreux l'aient arrosé, et pour tout le monde la sieste devient lourde, longue, accablante ; elle sera suivie de maux de tête, d'inaptitude au travail et même au plaisir. Mais que l'on ne s'en prenne pas à la sieste ; la faute en est au déjeuner. La sieste est son criterium. Vous pouvez affirmer à une personne qui sera fatiguée de sa sieste qu'elle a trop mangé ; l'hygiène de la sieste, je le répète, se trouve donc tout entière dans celle du repas. Pour régler l'une, il faut commencer par régler l'autre. Aussi est-ce après les déjeuners copieux qui parfois nous sont imposés, plus encore qu'après les autres, qu'il faudra craindre les imprudences, éviter les courants d'air et ne pas se découvrir le ventre. Il ne faut pas perdre de vue en ce moment que nous allons pendant une heure, quelquefois plusieurs heures, nous livrer au sommeil, non seulement sans défense, mais même sans pouvoir être averti du danger.

Ainsi, la sieste par elle-même n'a rien de contraire à l'hygiène ; si elle est lourde et fatigante, c'est en allégeant les repas qu'il faut y porter remède.

Bains, douches. — Je suis d'autant plus heureux de pouvoir approuver et même défendre cette habitude coloniale, que j'ai à m'élever contre une autre qui tient presque autant à cœur à la population européenne de nos colonies et surtout de celle de l'Extrême-Orient, la douche.

La douche, de date relativement récente, tend partout dans nos possessions d'outre-mer à détrôner le bain qui jusqu'à présent y régnait sans partage. On y avait le bain de mer, le bain de rivière, le bain d'eau courante ou les bains à domicile, pris dans le bassin ou la baignoire; mais le principe était le même. On se débarrassait d'une partie de son calorique dans une eau étant de 10° à 15° au-dessous de la température de notre corps; on absorbait une certaine quantité d'eau qui réparait les pertes faites par la sueur, et ces deux échanges se faisaient lentement. C'était là une pratique tout à fait d'accord avec les principes de l'hygiène et consacrée par des siècles d'existence.

La douche, cependant, je l'ai dit, tend de plus en plus à la détrôner. Or, autant je me déclare partisan des bains, autant, s'il ne s'agit que d'un usage hygiénique, je m'élève contre la douche dans les *pays chauds*. Les colonies de l'Extrême-Orient me paraissent avoir commis à cet égard l'erreur que je signalais à propos des vêtements pour les Antilles. Elles ont copié la métropole trop à l'aveugle. Le but de la douche, ce qui lui a assuré ses succès dans nos climats tempérés, c'est de réveiller les fonctions de la peau, de l'activer par une secousse, et, si je puis ainsi dire, de lui faire faire dans quelques minutes les dépenses de plusieurs heures. Après la douche, la circulation de la peau s'exagère, et pendant quelque temps nos téguments qui s'étiolent sous nos lourds vêtements d'Europe s'épanouissent sous l'influence d'une circulation des plus actives. Rien n'est mieux indiqué dans nos climats. La peau y fonctionne peu; la douche compense dans quelques instants ce repos exagéré. Mais, avons-nous le même inconvénient dans les pays chauds? Sous leur climat, craint-on également que la peau ne fonctionne pas? A-t-on besoin de lui imposer ce travail factice? Au contraire, elle ne fonctionne que trop. Vivant presque à l'air libre, abritée seulement par des vêtements légers et larges, elle est, d'autre part, presque toujours inondée de sueur. Les glandes sudoripares et sébacées fonctionnent jour et nuit, et c'est quand elles sont déjà surmenées par le climat qu'on vient les surexciter davantage! Je suis peu éloigné de penser que c'est à cette pratique que sont dues en grande partie ces éruptions pustuleuses et même furonculeuses dont souffrent beaucoup d'Européens en Cochinchine.

En effet, d'une part, dans nos autres colonies, dans lesquelles l'usage des douches est beaucoup moins répandu, ces affections sont plus rares

et, d'autre part, je les ai vues disparaître en Cochinchine chez certaines personnes dès qu'elles ont renoncé à cette pratique.

Je reste donc convaincu que c'est là une imitation peu heureuse d'une pratique excellente dans la zone tempérée, mais qui, dans les pays chauds, ne fait qu'augmenter les difficultés si grandes que rencontre l'organisme européen pour se plier aux exigences de leur climat.

Donc, partisan zélé du bain quotidien dans les pays chauds, je repousse la douche comme pratique habituelle. Mais si je la trouve plus nuisible qu'utile comme mesure d'hygiène, il n'en est pas de même comme agent thérapeutique. Dans ces conditions, elle conserve toutes ses précieuses qualités, et son action bienfaisante se fera d'autant plus sentir que l'organisme y sera moins habitué. C'est autant aux douches qu'aux toniques et à une riche alimentation qu'il faudra demander des armes contre l'anémie, et, dans tous les cas, on aurait tort de ne pas les comprendre dans tout traitement contre cette affection. Le bain froid sera donc conservé pour l'usage quotidien. Il n'est pas nécessaire de le prendre long ; 10 à 15 minutes suffisent. Je recommande (il n'est pas de détails trop bas en hygiène) d'y joindre toujours l'usage du savon. Quant à la douche, elle doit rester une arme dans les mains du médecin contre l'anémie, les congestions du foie, de la rate, la cachexie paludéenne, etc. C'est là qu'est son triomphe ; l'employer autrement n'est pas seulement inutile, mais, je le pense, nuisible.

Conclusions.

1° Je ne crois pas la sieste mauvaise en elle-même ; de courte durée, elle repose réellement et dispose mieux au travail de la seconde partie de la journée.

2° Les siestes lourdes suivent les repas trop copieux. Ce sont ces derniers qu'il faut réformer. Trop ou mal dormir, c'est avoir trop mangé.

3° Les bains constituent une habitude des plus hygiéniques dans les colonies.

4° La douche, au contraire, en excitant la peau qui fonctionne déjà trop, me paraît plus nuisible qu'utile. Elle doit rester un moyen thérapeutique.

M. le Dr Henri HENROT

Professeur à l'École de médecine, Maire de Reims.

DES LIMITES QUE DANS UN INTÉRÊT DE PRÉSERVATION GÉNÉRALE, L'ÉTAT PEUT APPORTER A LA LIBERTÉ INDIVIDUELLE

— *Séance du 16 août 1886.* —

Quelle que soit l'organisation sanitaire que le Parlement arrête, quel que soit le nombre des inspecteurs généraux, départementaux ou communaux de la santé publique, rien de sérieux ne pourra être fait si on laisse à chaque citoyen la liberté absolue de faire chez lui, au point de vue sanitaire, ce qui convient le mieux à ses habitudes, à ses affections ou à ce qu'il croit être son intérêt personnel.

Si l'on attend que l'instruction ait fait pénétrer, jusqu'au fond de nos campagnes, l'importance de l'application sévère des lois sanitaires, il faudra peut-être trente ou quarante ans encore avant que les convictions des hommes de science aient passé dans l'esprit de toutes nos populations urbaines et rurales. Nous pouvons donc poser ce principe que l'application des lois sanitaires qui sont toujours plus ou moins vexatoires et souvent onéreuses, restera lettré morte si l'obligation, en n'apportant pas certaines restrictions à la liberté individuelle, n'en facilite pas l'application.

Est-il véritablement bien nécessaire, au point de vue juridique, de discuter les droits de l'État en pareille matière? Est-ce que son rôle ne consiste pas à assurer à chaque citoyen l'exercice du maximum de liberté compatible avec le respect de la liberté d'autrui? Est-ce que dans l'intérêt de la société, dans l'intérêt de toute la grande famille française, l'État n'a pas le droit et le devoir de veiller à la garde de nos frontières? Est-ce qu'il n'a pas le droit de s'emparer de la propriété d'un citoyen quelconque pour établir un chemin de fer ou un canal? Est-ce qu'il n'arrache pas tous les jours des enfants à leurs parents pour les envoyer, à deux mille lieues de la mère-patrie, soutenir l'honneur du drapeau? Est-ce qu'il n'intervient pas au sein même de la famille pour forcer un fils ingrat à nourrir son père, pour obliger des parents à envoyer leurs enfants à l'école?

Dans l'ordre sanitaire, est-ce qu'il ne met pas les propriétaires dans l'obligation de ne mettre en location que des logements salubres? Est-ce qu'il n'impose pas des dépenses considérables pour la construc-

tion de fosses d'aisance, de cheminées d'aération, etc., etc. ? Nous n'en finirions pas, s'il nous fallait énumérer toutes les circonstances où la liberté individuelle est limitée dans un but d'intérêt général.

La question de principe étant donc absolument résolue, il reste à savoir si, au point de vue de la santé publique, le maire se trouve suffisamment armé pour arrêter le développement ou la diffusion des maladies contagieuses.

Depuis plus de quinze ans, nous faisons partie de la municipalité rémoise que nous avons actuellement l'honneur de diriger, c'est beaucoup notre intervention personnelle qui a amené, dans notre ville, la création d'un bureau d'hygiène ; on ne nous refusera donc pas une certaine expérience, nous ne disons pas dans la discussion théorique de tel ou tel système, mais dans l'application pratique des lois et des règlements qui concernent l'hygiène publique.

Nous ne nous occuperons pas de toutes les modifications que l'on pourrait utilement apporter dans cette matière, nous nous limiterons à l'étude des mesures qui peuvent diminuer la propagation des maladies contagieuses susceptibles de revêtir le caractère épidémique.

L'article 97 de la nouvelle loi municipale donne au maire les pouvoirs suffisants pour combattre une épidémie quand celle-ci a pris un développement assez grand pour inquiéter ou menacer sérieusement la population, mais elle ne l'arme pas d'une façon suffisante pour lui permettre, dès l'apparition des premiers cas de maladie, de prendre à temps les mesures prophylactiques nécessaires. Un exemple fera clairement saisir notre pensée ; il nous suffira de retracer à grands traits l'historique des épidémies de variole qui se sont succédé à Reims depuis 5 ou 6 ans.

Historique des épidémies de variole à Reims. — En 1880, il n'y avait pas eu dans notre ville d'épidémie de variole depuis plusieurs années ; pas un seul cas n'avait été signalé dans le courant de l'année 1879, lorsqu'on reçut à l'Hôtel-Dieu, dans un service commun, une Italienne, chanteuse ambulante, fortement atteinte. Cette femme mourait au bout de 3 ou 4 jours, après avoir contaminé 5 ou 6 personnes, entre autres deux domestiques dans l'hôpital même ; des visiteurs transportèrent la maladie dans un faubourg (quartier Cérès) ; la filiation des trente premiers cas put être suivie avec la plus grande exactitude : on put s'assurer que la variole avait été transportée par les personnes ; en peu de temps la maladie se répandit dans toute la ville ; elle atteignit plus de 1,000 personnes et fit plus de 300 victimes ; il n'y avait alors ni salle d'isolement à l'Hôtel-Dieu, ni bureau d'hygiène à l'hôtel de ville ; celui-ci ne fut installé qu'en 1882.

Depuis lors, à cinq ou six reprises différentes, la variole fut importée

à Reims : une fois par un voyageur ambulant, une autre fois par un ouvrier italien attiré en France par les travaux des forts ; chaque fois il se développa un petit foyer de maison (de 2 à 5 cas) qui put être arrêté par l'isolement des maladies, par leur transport à l'Hôtel-Dieu dans une salle spéciale et par la désinfection des logements par les vapeurs sulfureuses, et des objets de literie par le passage à l'étuve.

C'est ainsi que les foyers de la place Suzanne, de la rue de Courlancy, de la rue Saint-Thomas, de la rue du Faubourg-d'Épernay furent rapidement éteints.

Voici, du reste, le nombre exact des décès par variole pendant ces années :

75	décès	en 1881
10	—	en 1882
17	—	en 1883
1	—	en 1884
11	—	en 1885

Si, au lieu de limiter notre enquête à Reims pour cette courte période d'années, nous relations tous les faits de cette nature contenus dans les rapports sur les épidémies présentés à l'Académie de médecine, c'est par centaines que nous pourrions citer des foyers développés dans des communes par des saltimbanques, des marchands forains, des nourrices, des nourrissons. Nous n'avons pas eu la patience de compter le nombre des victimes ; le fait qu'il y a lieu de retenir, c'est celui-ci : la publication même des rapports de l'Académie met l'autorité supérieure au courant de tous ces cas de contagion et, malgré cela, tous les ans, dans chaque rapport, on retrouve avec quelques variantes la répétition des mêmes faits ; ne pouvant admettre une négligence qui serait impardonnable des autorités qui ont la responsabilité de ce service, il faut donc incriminer l'insuffisance de nos institutions sanitaires.

La suite de la relation de nos épidémies de variole à Reims va du reste en fournir un nouvel exemple des plus concluants.

Tout dernièrement, en novembre 1885, nous avons été impuissants pour arrêter un foyer de variole qui s'était développé dans les circonstances suivantes.

Il existe au n° 25 de la rue Gambetta une ancienne usine transformée en logements d'ouvriers ; c'est une espèce de vaste caserne qui renferme près de 80 ménages, composés pour la plupart d'ouvriers nomades, de mendiants et de déclassés. C'est dans un de ces ménages que la variole fut importée par un voyageur : deux enfants non vaccinés furent atteints et succombèrent sans qu'aucun médecin les eût visités, sans que personne eût été prévenu ; c'est le médecin sanitaire qui, lors de la constatation des décès, fit cette découverte et en informa le

bureau d'hygiène. Immédiatement saisi de ce fait, nous arrêtâmes avec le directeur les mesures suivantes : les personnes atteintes seraient conduites dans la voiture spéciale réservée à ce service, dans la salle d'isolement de l'Hôtel-Dieu; les personnes non atteintes seraient logées, aux frais de la ville, dans un autre appartement, les paillasses seraient brûlées, les logements désinfectés par les soins du service sanitaire, les objets de literie portés à l'étuve, tous les habitants de cette vaste agglomération seraient revaccinés.

Du respect de la liberté individuelle. — Nous avions compté sans une double résistance ; les malades ne voulurent pas, malgré nos plus pressantes sollicitations, quitter leur logement, et la plupart des individus bien portants refusèrent de se laisser vacciner. Fallait-il, à ce moment et en présence de quatre cas de variole, respecter la liberté individuelle de ces personnes, liberté garantie du reste par toutes nos lois, ou fallait-il, en vue du développement possible d'un foyer épidémique, prendre un arrêté et faire conduire d'office ces malades à l'Hôtel-Dieu ?

Les mesures que nous conseillait la prudence semblaient s'imposer, et cependant il pouvait être dangereux, pour un fonctionnaire public, de commettre un excès de pouvoir; car s'il est facile de prendre un arrêté quand celui-ci s'appuie sur un texte de loi, il est souvent imprudent et compromettant de signer un arrêté illégal que l'autorité supérieure peut casser.

Évidemment si le maire, dans ce cas particulier, avait eu la certitude que le foyer prît un développement considérable, sa conduite eût été toute tracée : il usait de la force pour prévenir un danger public, mais si, après cet acte d'autorité, la maladie s'était spontanément limitée, si le malade était mort à l'hôpital, ses parents, voyant la possibilité d'introduire une revendication pécuniaire, ne pouvaient-ils pas attaquer le maire, le rendre responsable de la mort de leur parent, transporté en pleine éruption à l'hôpital; accuser le séjour dans cet établissement de la terminaison funeste de la maladie, et enfin intenter une action civile contre le fonctionnaire qui se serait rendu coupable d'un abus de pouvoir et d'un homicide par imprudence ?

Dans les grandes villes, ces sortes d'accusation seraient peu vraisemblables, mais dans les petites villes où l'animosité politique divise si profondément les partis, et où tous les moyens d'attaque sont bons pour faire tomber un magistrat qui détient ses pouvoirs de l'élection, il y a là un danger réel, dont nos gouvernants doivent se préoccuper.

Les fonctions de maire sont assez difficiles à remplir pour qu'on ne place pas ce fonctionnaire dans l'alternative de ne pas faire tout ce qui dépend de lui pour conjurer un malheur public, ou de s'exposer à tom-

ber sous le coup du Code pénal; il ne faut pas placer ce magistrat dans l'alternative de violer la loi en suspendant momentanément l'une des garanties les plus précieuses que nous ayons, la liberté individuelle, ou d'exposer ses concitoyens à un danger dont il lui est impossible de déterminer l'importance.

Le mieux est assurément de mettre d'accord les lois qui garantissent la liberté de chacun, et celles qui assurent à tous une protection suffisante contre le développement des maladies contagieuses.

Deux questions se posent donc et demandent à être résolues. Dans quelles limites les pouvoirs publics doivent-ils assurer à tous les citoyens l'exercice, aussi complet que possible, de la liberté individuelle? dans quelle mesure ces mêmes pouvoirs peuvent-ils apporter des limites à cette liberté pour sauvegarder l'intérêt public?

L'idéal de la loi, dans une nation démocratique et républicaine, est d'assurer à chaque citoyen la plus grande somme de liberté; nous admettons que la seule limite à assigner à l'exercice de ce droit primordial soit la violation ou la diminution de cette même liberté chez un autre citoyen; mais la loi qui assurerait au premier une part quelconque de liberté au détriment de la liberté du second, serait une loi injuste.

Dans bien des circonstances, ce principe est appliqué; est-ce que des règlements de police n'interdisent pas de chanter la nuit pour ne pas troubler le sommeil des habitants, de gêner ou d'interrompre la circulation sur la voie publique, de prendre jour sur un voisin, etc.? Les dommages causés dans ces cas ne sont cependant pas très grands. Il serait beaucoup plus utile d'interdire de vicier l'air ou l'eau; par exemple en secouant d'une fenêtre, soit dans une rue, soit dans une cour, des draps ou des tapis couverts des produits de la desquamation de la variole ou de la scarlatine; ces germes de maladie dispersés par le vent à une grande distance, ne rencontreront-ils pas certainement des terrains tout préparés pour les recevoir? Si l'on n'impose pas la désinfection, comment pourra-t-on légalement arrêter cette diffusion des germes?

Quand, à la campagne, les paysans jettent sur le fumier des cours communes les selles de malades atteints de choléra, de fièvre typhoïde ou de dysenterie, sans les avoir préalablement désinfectées ou neutralisées, ne créent-ils pas d'immenses bouillons de culture tenant en réserve les germes de ces maladies si meurtrières qui, à un moment donné, sous l'influence d'un rayon de soleil, peuvent retrouver toute leur vitalité.

Tant que le principe de la responsabilité de la contagion des maladies épidémiques ne sera pas inscrit dans la loi avec une sanction pénale, il

ne faut pas compter modifier ces déplorables habitudes de nos paysans. Notre législation est des plus incomplètes; un individu qui jetterait dans la soupière de son voisin la dose la plus minime d'arsenic serait traîné devant la cour d'assises et sévèrement condamné, tandis que, si pour ne pas perdre un peu de bon engrais, il va donner le choléra, la fièvre typhoïde ou la dysenterie à 20 ou 30 personnes, il ne serait nullement inquiété; cependant, scientifiquement et moralement, on ne peut pas ne pas admettre qu'il ne soit la cause directe des victimes qu'il a faites autour de lui. Dans cette circonstance, le paysan est, jusqu'à un certain point, excusable, parce qu'il pèche par ignorance, mais l'homme de science ou le législateur qui laisse commettre ces erreurs n'a-t-il pas une grande part de responsabilité dans ces désastres?

On pourrait soulever cette objection qu'en réglementant ces matières on va tout de suite se trouver en présence d'une première difficulté; s'il y a des maladies qui, comme la variole, sont universellement reconnues contagieuses, il en est d'autres, comme le choléra, dont la contagion de personne à personne est discutée; dès le début, on va donc rencontrer de l'opposition dans le corps médical; il n'y a pas là, cependant, de difficultés sérieuses; un rapport de l'Académie de médecine viendrait guider le législateur pour faire inscrire dans la loi les maladies qui seraient classées dans l'une ou dans l'autre catégorie. L'Académie peut assurément se tromper, mais quelles sont les lois qui ont la prétention de représenter la vérité absolue et d'être immuables? Si des maladies considérées comme non contagieuses sont reconnues plus tard comme transmissibles, ou si d'autres classées parmi les contagieuses sont reconnues non transmissibles, on fera comme pour toutes les autres lois, on ajoutera un article additionnel qui la mettra en parfaite harmonie avec la science.

Loi contre les maladies contagieuses. — La limitation de la liberté individuelle, pour arrêter le développement des maladies contagieuses, ne soulève donc pas de question de principe, elle se réduit simplement à une question d'opportunité et de mesure; on ne peut, en effet, soutenir qu'il n'y a pas un intérêt moral et social de premier ordre à donner à l'homme la protection que la loi assure aux animaux domestiques.

Nos législateurs ont pris la peine de faire une loi sérieuse, efficace contre les épizooties, qu'attendent-ils pour assurer à leurs concitoyens une protection aussi efficace contre la propagation des maladies contagieuses?

Est-ce que la France est trop prolifique? est-ce qu'au point de vue moral comme au point de vue patriotique, elle a le droit de laisser, chaque année, disparaître des milliers d'existences qui, avec quelques sages précautions, pourraient être conservées? Non, mille fois non.

Cette loi contre le développement des maladies contagieuses s'impose plus impérieusement que la loi contre les épizooties.

L'État dépense des milliards pour construire des forts et des navires cuirassés, il prend à la nation le meilleur de son sang pour faire des soldats, la plus grande partie de son gain pour entretenir ces engins redoutables, il doit aussi, lorsque chaque année le nombre des naissances ne subit plus d'accroissement, s'efforcer de conserver par des lois vigilantes les forces vives de la nation.

L'Académie qui, pour toutes ces questions techniques, est le grand conseil scientifique de France, une sorte de Conseil d'État chargé de préparer les lois d'hygiène générale, a un rôle important à remplir, puisque c'est grâce à sa compétence et à sa sagacité qu'elle empêchera le législateur de faire fausse route, de prendre des mesures insuffisantes ou qui, dépassant le but, retarderaient les progrès réels que l'on est en droit d'attendre d'une bonne organisation sanitaire.

Après avoir établi que l'État a le droit et même le devoir d'apporter des limites à l'exercice de la liberté individuelle pour sauvegarder les intérêts de tous et assurer le fonctionnement des mesures sanitaires efficaces, il y aurait, selon nous, à décréter l'obligation de la déclaration des maladies contagieuses, de l'isolement et de la désinfection.

Nous allons successivement examiner ces différents points.

Obligation de la déclaration des maladies contagieuses. — Il serait facile au législateur d'imposer la déclaration des maladies contagieuses; il n'aurait qu'à reproduire, en les modifiant un peu, les articles 1, 3 et 30 de la loi du 21 juillet 1881 contre les épizooties.

Art. 1er. Les maladies des animaux qui sont réputées contagieuses et qui donnent lieu à l'application des dispositions de la présente loi sont les suivantes, etc.

Art. 3. Tout propriétaire, toute personne ayant à quelque titre que ce soit la charge des soins ou la garde d'un animal atteint ou soupçonné d'être atteint d'une maladie contagieuse, est tenue d'en faire sur-le-champ la déclaration au maire de la commune où se trouve cet animal.

Sont également tenus de faire cette déclaration tous les vétérinaires qui seraient appelés à le soigner.

L'animal atteint ou soupçonné d'être atteint de l'une des maladies spécifiées dans l'article 1er devra être immédiatement, et avant même que l'autorité administrative ait répondu à l'avertissement, séquestré, séparé et maintenu isolé autant que possible des autres animaux susceptibles de contracter la maladie.

Art. 30. Toute infraction à ces dispositions touchant la déclaration sera punie d'un emprisonnement de six jours à deux mois et d'une amende de 16 à 400 fr.

Quoique de date très récente, cette loi, qui peut paraître très vexatoire et très onéreuse, puisque dans certains cas elle occasionne des pertes immédiates de plusieurs milliers de francs, est entrée dans nos mœurs parce qu'on a compris son utilité; la loi qui édictera la déclaration des maladies contagieuses chez l'homme serait admise sans diffi-

culté, parce qu'elle constituerait la seule base solide sur laquelle on puisse édifier la législation sanitaire. Tant que l'autorité municipale ne sera pas obligatoirement prévenue de l'existence d'un ou plusieurs cas de maladie contagieuse, aucune précaution ne pourra être prise, ni par le maire, ni par le médecin sanitaire, ni par le médecin des épidémies, ni par le préfet, malgré la plus grande vigilance et la meilleure volonté de ces différents organes du système sanitaire.

Dans notre grande ville possédant un bureau d'hygiène fonctionnant avec activité et huit médecins sanitaires, il nous a été impossible d'enrayer un foyer de variole, parce que la déclaration de deux cas de cette maladie n'avait pas été faite ; ces cas fussent restés ignorés sans la visite obligatoire du médecin pour la constatation des décès.

On a déposé depuis longtemps un projet de loi pour rendre la vaccine obligatoire ; il est malheureusement resté oublié; cependant le fait que nous venons de relater rue Gambetta, 25, prouve bien son utilité ; les deux premières victimes étaient deux enfants non vaccinés ; il n'a pas suffi de mettre toutes les semaines et gratuitement du vaccin à la disposition du public ; les médecins sanitaires se sont rendus sur les lieux, ils ont prié les habitants menacés de contagion de se faire vacciner ; leur dévouement et leur éloquence ont été inutiles, parce qu'ils s'adressaient à des individus que la misère a rendus indifférents. Pour arrêter une maladie théoriquement aussi facile à enrayer que la variole, il faudrait donc que les vaccinations et les revaccinations fussent rendues obligatoires.

Quelle objection peut soulever l'obligation de la déclaration des maladies contagieuses ? Une seule, si c'est le médecin qui est appelé à la faire ; ne va-t-on pas, dans une certaine mesure, le forcer à violer le secret professionnel ? Nul plus que nous n'estime que les confidences faites au médecin, soit spontanément par le malade, soit provoquées par lui dans le but d'éclairer un diagnostic, doivent être placées au fond de sa conscience comme dans un tombeau ; ces secrets professionnels ne sont pas la propriété du confident qui les a reçus ; ils constituent un dépôt inviolable, auquel, dans aucune occasion, il n'a le droit de toucher ; mais est-ce que l'on fait mystère d'une rougeole ou d'une scarlatine? évidemment non. Cependant, si, dans l'étiologie d'une de ces maladies, il y avait une circonstance à cacher, un contact qui dût être ignoré, le médecin garderait pour lui le secret et se contenterait de faire connaître la nature de la maladie. Dans notre projet, pour sauvegarder de la façon la plus complète cette prérogative du médecin, ce n'est pas lui, mais la famille qui devrait, sous sa responsabilité, faire la déclaration ; nous appliquerions aux déclarations des maladies contagieuses les articles 55 et 56 du Code civil.

Art. 55. Les déclarations de naissance seront faites dans les trois jours de l'accouchement à l'officier de l'état civil du lieu.

Art. 56. La naissance de l'enfant sera déclarée par le père, ou à défaut du père par les docteurs en médecine ou en chirurgie, sages-femmes, officiers de santé ou autres personnes qui auraient assisté à l'accouchement, et lorsque la mère sera accouchée hors de son domicile, par la personne chez qui elle sera accouchée.

Ces articles pourraient être ainsi modifiés :

Art. 55 *bis*. Les déclarations de maladies réputées contagieuses dont les noms suivent : ....seront faites dans les 24 heures à la mairie du lieu par le chef de la famille ou à son défaut par un membre majeur de la famille, ou en l'absence de tout membre de la famille par le propriétaire, le chef locataire, ou à défaut des personnes susdénommées par le médecin traitant.

L'article 346 du Code pénal : « Toute personne qui, ayant assisté à « un accouchement, n'aura pas fait la déclaration..... sera punie d'un « emprisonnement de six jours à six mois et d'une amende de 16 à « 300 fr. », serait ainsi modifié :

Art. 346 *bis*. Toute personne qui, comme chef de famille, membre de la famille, propriétaire, chef locataire ou médecin traitant n'aura pas fait la déclaration imposée par l'article 55 *bis*, dans les délais fixés par ces mêmes articles, sera punie d'un emprisonnement de six jours à six mois et d'une amende de 16 à 300 fr.

L'article 358 applique à peu près les mêmes peines à ceux qui, sans l'autorisation préalable de l'officier de l'état civil, auront fait inhumer un individu, etc., etc.

En France, à moins de crime, toutes les naissances et tous les décès sont déclarés ; il est absolument indispensable qu'il en soit de même pour les cas de maladies contagieuses.

Quelles seraient les maladies à inscrire dans la loi ; il en est qui s'imposent comme la variole, la scarlatine, la diphthérie ; pour les autres la liste en serait dressée par l'Académie de médecine à la suite d'une discussion publique.

L'obligation une fois décrétée, en pratique les choses se passeraient beaucoup plus simplement ; le médecin traitant, aussitôt que le diagnostic pourrait être fait avec certitude, déposerait à la poste (il y aurait franchise postale) ou à la mairie, ou dans un bureau de police, l'indication de la maladie, le nom et le domicile du malade. Dans les cas spéciaux où il croit que des mesures prophylactiques doivent être prises, il mettrait une note indiquant la nature de ces mesures : sur chaque enveloppe et dans le coin droit, on mettrait hygiène publique pour assurer la franchise postale ; toutes ces feuilles seraient dépouillées par le maire ou par le médecin sanitaire.

On le voit, il n'y a véritablement aucune difficulté sérieuse à prévoir dans l'application d'une loi aussi simple, et il faut le dire, il faut le répéter, tant que ces deux articles additionnels au Code civil n'existeront

pas, on ne pourra pas sérieusement organiser la médecine publique en France. Toutes les commissions, tous les inspecteurs que l'on créera ne pourront avoir un rôle utile que si l'on a la certitude que tous les cas de maladie contagieuse sont exactement déclarés.

Qu'est-ce que seraient les registres de l'état civil si la déclaration des naissances et des décès n'était pas obligatoire? Qu'est-ce que deviendraient la statistique et la démographie, si l'obligation n'existait pas?

Dans quels désordres serait la conscription, si l'inscription des conscrits ne se faisait pas d'office. Plus on réfléchit à cette question, plus on s'étonne qu'en présence des faits extraordinaires signalés par MM. les rapporteurs de l'Académie, l'obligation de la déclaration des maladies contagieuses ne soit pas depuis longtemps introduite dans la loi. Tous les ans, MM. les rapporteurs de l'Académie renouvellent dans leurs rapports les plaintes, les doléances de médecins des épidémies dans les termes les plus pressants.

Nous ne ferons que deux citations pour bien montrer que nous n'exagérons pas.

En 1880, M. H. Gueneau de Mussy constate l'absence de rapports dans 20 départements. Il rappelle « qu'en 1875, Bolton, ville anglaise, « a demandé au Parlement l'autorisation d'édicter un règlement impo- « sant l'obligation de faire connaître à l'autorité sanitaire toutes les « maladies infectieuses qui se déclarent, le Parlement a voté ce qui lui « était demandé.

« Cet exemple a été suivi par la plupart des villes du Royaume-Uni ; « tantôt c'est l'occupant de la maison qui doit faire la déclaration, tan- « tôt c'est le médecin traitant. Il y a une amende de 50 à 250 fr.; on a « obtenu d'excellents résultats.

« M. H. Gueneau de Mussy termine son rapport ainsi : par suite du « défaut d'organisation de la médecine publique nous pouvons affirmer « une fois de plus que cette année, *comme les précédentes, des milliers* « d'existences ont été perdues par le fait de maladies infectieuses et « susceptibles d'être prévenues.

« Nous attendons de l'administration les moyens pratiques qui assu- « rent l'exécution des règlements. »

En 1883, M. Féréol constate qu'il n'est pas « possible de donner une « idée à peu près complète de ce qu'eût été la maladie épidémique en « France puisque les 3/5 seulement sont représentés dans les comptes « rendus ; les maires font preuve souvent d'une mauvaise volonté sys- « tématique, l'administration préfectorale semble les encourager et « cependant l'homme a le droit de n'être pas moins bien traité que le « bétail. »

Après la reproduction de ces documents officiels, il est impossible

pour tout esprit impartial de ne pas réclamer avec nous, l'obligation de la déclaration des maladies contagieuses. A quoi peuvent servir la science, le zèle, le dévouement de MM. les rapporteurs quand, chargés de présenter un tableau général de la constitution médicale de notre pays pendant une année, ils constatent que les 2/5 de la France ne sont nullement représentés.

Dans aucune branche de l'administration publique que le monde nous envie, on ne trouve heureusement un service fonctionnant d'une façon aussi défectueuse.

De l'isolement obligatoire. — Le corollaire forcé de la première proposition serait, pour certaines maladies, comme la variole, la diphthérie : l'isolement obligatoire. Nous ne nous dissimulons pas que c'est dans l'application de cette mesure que l'autorité municipale devra rencontrer le plus de difficulté ; c'est dans ce cas aussi que la loi devra être suffisamment élastique pour ne pas blesser les sentiments si respectables des familles qui les portent à se dévouer avec la plus grande abnégation pour leurs malades. Si l'application de cette mesure devait diminuer en quoi que ce soit ces sentiments si nobles, si élevés qui font que l'on donnerait volontiers sa vie pour sauver une existence qui vous est chère, la loi serait mauvaise ; nous n'entendons donc apporter aucune entrave à l'exercice d'un droit supérieur qui, depuis que le monde existe, fait le plus grand honneur à l'humanité ; mais on conviendra facilement qu'à côté de l'adulte qui est libre de sa destinée, il y a des faibles, il y a des enfants qu'il faut protéger contre l'ignorance ou l'insouciance de leurs parents. Nous avons dans notre législation nombre de lois qui protègent l'enfance contre les attentats de toute nature, contre les mauvais traitements, contre les vols auxquels ils sont souvent exposés même au sein de la famille ; pourquoi la loi ne protégerait-elle pas l'enfant contre une maladie qui va, avec la plus implacable certitude, ou le défigurer, ou l'estropier, ou lui donner la mort.

Est-ce que l'enfant peut seul se défendre contre ces atteintes graves? Est-ce que ce n'est pas un crime social de laisser la diphthérie se propager dans une famille? Dans les classes élevées de la société, on commence à comprendre qu'il y a des mesures nécessaires à prendre, mais dans les classes nécessiteuses bien souvent les chefs de famille pèchent par ignorance ou par indifférence. Chez beaucoup de ces malheureux, il règne un fatalisme désespérant ; l'habitude de la souffrance les endurcit contre les épreuves. C'est dans une de ces familles que s'est développé le foyer de variole rue Gambetta, 25. Dans ces cas une loi qui pourrait intervenir, serait véritablement non pas une loi violentant ou restreignant la liberté individuelle, mais une loi de préservation sociale et de protection de l'enfance.

Il y aurait donc lieu dans cette matière d'établir une classification nécessaire ; nous allons étudier séparément l'isolement dans la famille, l'isolement dans la maison de santé, l'isolement à l'hôpital.

Isolement dans la famille. — L'*isolement dans la famille* serait le plus simple, le plus facile, chaque fois que la disposition de l'appartement le permettrait ; le plus souvent le malade, au lieu de rester dans des appartements ornés de tentures et de tapis, serait transporté dans la chambre la moins ornée, la plus séparée du reste de l'appartement ; là, le malade, tout en recevant les soins affectueux des siens, serait soustrait aux visites des autres membres de la famille et surtout aux visites si fatigantes et si dangereuses des étrangers. Tout le monde y gagnerait : le malade d'abord qui n'aurait pas à subir les fatigues de ces conversations incessantes que l'on entretient souvent autour de son lit. On sait que, dans certaines campagnes, dès qu'un malade est gravement atteint, tous les voisins viennent faire cercle autour de son chevet, beaucoup plus pour tenir compagnie à la garde-malade qui aurait peur de rester seule, que pour assister le malade et lui rendre un service.

Isolement dans la maison de santé. — L'*isolement dans des maisons* de santé entrerait assez facilement dans nos mœurs ; dans les grandes villes, il existe des maisons où les malades, moyennant une rétribution plus ou moins considérable, trouvent tout le confort suffisant. Est-ce que les personnes les plus riches, les plus à même d'être soignées chez elles, ne vont pas dans une maison de santé quand il y a un dérangement des facultés intellectuelles ; est-ce que dans ces cas l'isolement, la séparation de la famille où le malade trouve sans cesse renouvelées des causes de surexcitation, ne sont pas de l'avis de tous une nécessité impérieuse ? La sécurité publique, la sécurité de la famille, la sécurité du malade lui-même sont ainsi assurées. Est-ce que dans cet intérêt supérieur, les membres les plus dévoués de la famille ne consentent pas à une séparation qui s'impose : les accuse-t-on pour cela d'égoïsme, d'abandon de manque de courage ou de dévouement ? Certainement non.

Est-ce que dans bien d'autres circonstances, nous ne voyons pas les personnes les plus favorisées de la fortune, les plus splendidement logées, quitter leur somptueux hôtel et aller s'installer dans une maison spéciale pour y subir une opération grave, peut-être mortelle, comme l'ovariotomie ? Et cependant elles savent que, soumises à l'action du chloroforme, elles vont faire l'abstraction la plus complète de leur volonté, de leur personnalité, et n'être même plus maîtresses de leurs pensées. Pourquoi ces personnes se résignent-elles à tous ces sacrifices ? C'est parce qu'elles espèrent trouver plus de sécurité pour l'opération et pour les soins consécutifs si nécessaires à surveiller.

Il en serait de même pour les maladies contagieuses; là du moins le malade n'aurait pas à faire abnégation de sa personnalité morale; il se trouverait loin des chambres plus ou moins luxueusement meublées, où tout est matière à contagion, dans un milieu beaucoup plus favorable aux soins minutieux qu'il réclame, et en se privant de la société des siens, il aurait la pensée consolante qu'il a chance de leur éviter une maladie terrible qui pourrait avoir les conséquence les plus fâcheuses. Le malade se trouverait ainsi dans une tranquillité d'esprit qui l'aiderait à supporter sa maladie plus patiemment.

L'isolement à l'hôpital pour les nécessiteux qui n'ont chez eux ni le logement suffisant pour séparer le malade du reste de la famille, ni les ressources pour assurer les soins de propreté de la personne, du logis et du linge serait un grand bienfait.

Nous sommes tous révoltés aujourd'hui en lisant ce qui se passait, il y a moins de cent ans, dans les grands hôpitaux, à l'Hôtel-Dieu de Paris, par exemple, où deux ou trois malades couchaient dans le même lit, et il arrivait souvent de retrouver le matin un cadavre placé entre deux malades.

Ces faits nous semblent monstrueux, et s'ils n'avaient pas un caractère d'authenticité absolu, nous nous refuserions à croire à leur véracité, et cependant pourquoi tant nous étonner quand nous voyons dans nos grandes villes, et dans les villages manufacturiers, le père et la mère vivre dans une ou deux chambres avec 8 ou 10 enfants.

Quand une maladie épidémique se développe dans de telles conditions, n'est-il pas cruel, barbare, immoral de laisser à la contagion toute liberté de propagation au milieu d'une telle promiscuité? Et qu'on ne dise pas que ces faits sont exceptionnels; nous en avons observé à Reims et dans les villages de la vallée de la Suippe.

La loi, en intervenant dans ces cas, apporterait une limite à la liberté du chef de la famille, cela est vrai, mais il faut reconnaître aussi qu'elle sauvegarde les intérêts des enfants incapables de se soustraire spontanément à une situation dangereuse; ce serait donc une loi tutélaire, une loi de protection sociale que celle qui permettrait au maire de séparer le sujet infecté, en lui donnant du reste tous les soins que réclame son état. On ne verrait plus un gros enfant plein de santé dormir avec tranquillité à côté d'un de ses frères en pleine éruption variolique ou atteint d'angine couenneuse. Chez une nation civilisée, en plein XIXe siècle, il est honteux de laisser se produire de tels faits; il y va de l'honneur de nos législateurs de le faire disparaître.

Quand les ouvriers sont bien portants, s'ils souffrent de leur misère, le fait est regrettable, mais leur souffrance ne rejaillit sur personne. Quand ils sont atteints de maladies infectieuses ou contagieuses, cette

vie en commun devient vite un danger public ; c'est toujours dans ces milieux malsains, malpropres, misérables que les germes, rencontrant toutes les conditions favorables à leur développement, pullulent avec la plus grande intensité.

C'est dans ces chambrées que des germes déposés à un moment donné, et ayant épuisé leur action sur tous les habitants, peuvent à un ou deux ans de distance constituer de véritables foyers de réviviscence. On nous a signalé cette année un fait de cette nature ; un cas de variole se serait développé sans qu'il y ait eu contact avec un malade, dans une chambre où était mort un varioleux un an auparavant ; ce n'est pas seulement un danger prochain, c'est une menace pour l'avenir de laisser vivre dans ces bouges des malades atteints de maladie contagieuse, puisque, quand l'épidémie est éteinte, on n'a pas la certitude absolue qu'elle ne renaîtra pas.

On peut objecter qu'il est dangereux de grouper dans un même endroit des malades atteints de maladies épidémiques et infectieuses ; pour les affections puerpérales cela pourrait présenter des inconvénients, si elles n'étaient pas complètement isolées ; pour les fièvres éruptives cet argument n'a pas de valeur. A Bordeaux, dans une épidémie de variole récente, on a pu constater que le taux de la mortalité à domicile était beaucoup plus considérable qu'à l'hôpital ; en prenant les précautions antiseptiques suffisantes, il n'y a à redouter ni la création de foyers plus intenses, ni l'aggravation personnelle de la maladie.

Une autre objection très sérieuse se présente : si vous augmentez les pouvoirs du maire, vous augmentez aussi sa responsabilité et ses devoirs ; tant que les hôpitaux cantonaux ne seront pas créés, il devra y avoir dans chaque commune une maison convenablement placée, permettant de faire l'isolement des premiers cas de maladie infectieuse et contagieuse. Si la maison reste inoccupée, la commune aura supporté une petite dépense inutile, mais elle aura été prévoyante. Est-ce que l'on reproche à une commune d'entretenir en bon état une pompe à incendie, même quand il n'y a pas de feux ? Évidemment non ; il en sera de la maison d'isolement comme de la pompe, elle sera toujours prête à être utilisée, et si l'on ne s'en sert pas, tout le monde aura lieu de s'en féliciter. Ne semblerait-il pas tout à fait extraordinaire de ne pas prendre pour les personnes les mêmes mesures de préservation que pour les propriétés ?

Une dernière objection a été faite, mais nous n'y attachons pas la moindre importance ; on nous a dit qu'il y avait danger à faire connaître au public l'existence dans une commune d'une maladie contagieuse, que des paniques extraordinaires pouvaient se produire, et que l'on ne trouverait plus personne pour soigner les malades. Ces objections ne

sont nullement fondées ; depuis quatre ans que le bureau d'hygiène fonctionne à Reims, les journaux de la localité reproduisent chaque semaine le tableau des décès occasionnés par toutes les maladies, même par les maladies contagieuses, et cette publication, loin d'être nuisible, a eu le bon résultat de faire prendre aux mères de famille vigilantes plus de précautions pour éviter à leurs enfants des contacts dangereux.

Quant à mettre en doute le courage et le dévouement de la femme française, nous ne nous attarderons pas à combattre cette accusation : s'il y a dans la société raffinée des grandes villes toute une classe d'efféminées qui ne songent qu'à leur plaisir, il y a partout des femmes toujours prêtes à se dévouer.

Lorsqu'une invasion du choléra nous menaçait il y a deux ans, n'avons-nous pas vu des femmes de France se faire inscrire pour soigner les malades ? En temps ordinaire, nous reconnaissons qu'il y a lieu de préparer un corps éclairé d'infirmiers et d'infirmières ; c'est dans ce but que l'année dernière, nous avons fondé, grâce au bienveillant concours des médecins de l'Hôtel-Dieu et des professeurs de l'École, une École de ce genre.

Les mesures préventives qu'il y aurait lieu de prendre pour éviter la diffusion des maladies contagieuses, ne portent pas seulement sur nos concitoyens ; elles visent aussi les étrangers qui viennent apporter chez nous différentes maladies : la variole par exemple ; les rapports de l'Académie sont remplis de faits de cette nature. A Reims, depuis six ans, trois foyers épidémiques ont été déterminés par des Italiens qui n'avaient jamais été vaccinés ; aussi la variole trouvant un terrain vierge, prit-elle chez eux une intensité et une virulence considérables.

La France est beaucoup trop hospitalière ; il devrait y avoir pour les étrangers des règlements de police sévères qui ne leur permissent pas de venir infecter nos populations.

Obligation de la désinfection. — L'obligation de la désinfection pénétrerait vite dans les mœurs ; à Reims, où le service est organisé, la désinfection se fait à domicile ou à l'étuve par les soins du bureau d'hygiène, soit sur la demande du médecin, soit sur celle du propriétaire ou du locataire.

Pour les indigents le service est gratuit ; pour les personnes aisées, il se fait d'après un tarif approuvé par le préfet. Une voiture spéciale complètement fermée va chercher les objets de literie au domicile des habitants et elle les porte à l'étuve ; au bout de 24 heures ils sont reportés de la même manière au domicile des propriétaires.

Nous avons longuement insisté sur l'obligation de la déclaration des malades contaminés, de l'isolement et de la désinfection, parce que c'est pour nous la base de tout système sanitaire sérieusement compris ;

en chargeant le maire de chaque commune de la surveillance et de l'application des lois sanitaires, on ajoute peu de chose à ses attributions déjà si nombreuses, et on assure le fonctionnement facile et régulier de l'institution nouvelle.

Comme complément à l'étude que nous venons de faire, il y aurait lieu d'organiser l'hygiène publique en France sur des bases nouvelles; il nous faudrait successivement examiner :

L'organisation communale (médecin sanitaire et bureau d'hygiène municipal).

L'organisation départementale (création d'un directeur sanitaire départemental et d'un bureau d'hygiène départemental).

Enfin l'organisation centrale (directeur général de la santé publique).

Le projet fera l'objet d'une nouvelle communication. En présence de la lente augmentation de la population générale de la France, ce n'est pas seulement une question d'humanité, c'est une question patriotique qu'il y a le plus grand intérêt à résoudre complètement.

M. Ad. CARNOT

Ingénieur en chef des mines.

SUR LE CHOIX DES TERRAINS PROPRES A RECEVOIR LES EAUX D'ÉGOUT DES VILLES. APPLICATION A LA VILLE DE PARIS

— *Séance du 16 août 1886.* —

I

La question de l'épuration et de l'utilisation des eaux d'égout est un problème qui doit se poser, tôt ou tard, devant la plupart des grandes villes, lors même que leurs égouts ne recevraient que les détritus venant des voies publiques, à plus forte raison, si les vidanges des maisons y sont admises en tout ou en partie.

Une ville ne peut se contenter, en effet, de se débarrasser de ses eaux infectes en les jetant dans la rivière. Elle ne doit les rendre à la circulation qu'après les avoir traitées de telle façon, qu'elles n'offrent plus aucun inconvénient et surtout aucun danger pour les populations riveraines.

On a vainement cherché à purifier les eaux d'égout par des procédés chimiques. Ces procédés peuvent donner, plus ou moins chèrement, de bons résultats au point de vue de l'épuration physique, mais ils ne réus-

sissent pas à retirer des eaux ou à y détruire les substances organiques solubles, ni même les organismes vivants, qui, pour être microscopiques, peuvent n'en être pas moins redoutables.

Le seul procédé qui ait fourni des résultats vraiment satisfaisants, est celui qui consiste à faire passer les eaux à travers une suffisante épaisseur de terrain perméable. Les parties insolubles sont mécaniquement arrêtées dans cette sorte de filtration, et les substances solubles elles-mêmes arrivent à se transformer complètement, si elles se trouvent, pendant un temps suffisant, en contact intime avec l'air et les principes oxydants. Il paraît très vraisemblable que les ferments nitriques, découverts par MM. Schlœsing et Müntz, jouent un rôle important dans cette oxydation. Dans tous les cas, son résultat final est de transformer entièrement les substances azotées ou ammoniacales en nitrates, qui sont inoffensifs pour les animaux et fertilisants au plus haut degré pour les terres.

Grâce à ce procédé, qui n'est autre, en définitive, que l'irrigation au moyen des eaux d'égout, en même temps qu'on épure ces eaux, on utilise pour la culture du sol les principes fertilisants qu'elles contiennent, richesses qui, sans cela, seraient absolument perdues pour le pays.

L'efficacité de ce procédé d'épuration a été démontrée dans plusieurs champs d'expérience à l'étranger, notamment en Angleterre et en Écosse. Pareille démonstration a été faite avec la plus grande évidence à Gennevilliers, où sont dirigées depuis plusieurs années une partie des eaux sortant des égouts de Paris, où ces eaux ont transformé une plaine sablonneuse et aride en jardins maraîchers très productifs et où l'on peut voir les eaux noires et infectes venant des collecteurs, distribuées dans les rigoles d'arrosage, ressortir de la terre sous forme de ruisseaux d'une limpidité parfaite.

Pour des localités plus éloignées des villes et à population moins dense, il y aurait probablement avantage à consacrer les eaux à l'irrigation de prairies ou de terres arables plutôt que de jardins maraîchers. Au point de vue de l'épuration, le résultat final serait le même.

On peut donc dire qu'en principe la solution du problème est trouvée. Mais il reste à appliquer cette solution, dans chaque cas particulier, de la façon la plus convenable, et il faut pour cela déterminer les conditions principales que l'on devra observer dans le choix des terrains destinés à l'utilisation des eaux d'égout.

Il me semble que trois sortes de considérations méritent surtout d'appeler l'attention : elles sont relatives à la *nature du sol*, à *l'étendue des champs d'irrigation* et à leur *situation topographique*.

Au point de vue de la *nature du sol,* ce qu'il importe avant tout d'examiner, c'est le degré et, si je puis m'exprimer ainsi, le genre de perméabilité des terrains à arroser. On s'en rendra bien compte en cherchant comment doit s'accomplir la double fonction purificatrice, que j'ai déjà indiquée comme le but de l'épandage sur le sol : d'une part, la *filtration* destinée à arrêter au passage toutes les substances insolubles, aussi bien les débris organiques et les germes ou microbes que les particules minérales; d'autre part, une *oxydation* aussi complète que possible de toutes les parties organiques :

1° Pour opérer comme *filtre,* le terrain doit être facilement perméable; sinon, l'opération serait très lente ou exigerait une très grande étendue de terrain. C'est ce que savent bien les chimistes, qui ont si souvent à faire des filtrations dans leurs laboratoires; il leur faut s'armer de patience et voir passer le liquide goutte à goutte, si le papier qui leur sert de filtre n'est pas assez poreux.

Tout le monde sait bien aussi, qu'un papier lacéré de coups de ciseaux ou de canif ne constitue pas un filtre capable d'arrêter les fines particules en suspension dans un liquide. De même un terrain fissuré, comme le sont certaines couches calcaires, ne réaliserait pas une véritable filtration des eaux; il se laisserait traverser par elles, mais ne les purifierait pas. C'est ce que j'entendais tout à l'heure en parlant du genre de perméabilité des terrains. Ce qui convient le mieux, c'est un sol uniformément perméable, principalement composé de sable ou de gravier, dont les grains isolés et plus ou moins fins laissent entre eux des interstices très nombreux et très petits.

2° Pour que l'*oxydation* des matières organiques s'accomplisse rapidement sous l'influence des ferments nitriques, que nous supposons partout disséminés, il faut que le contact de l'eau à épurer et de l'oxygène de l'air se fasse sur la plus grande surface possible.

Cette surface de contact se réduirait à la seule superficie du terrain, si le sol était inondé et abreuvé d'eau; ce seraient les conditions les plus défavorables pour l'épuration cherchée.

Si le sol, au contraire, renferme peu de liquide, celui-ci se répartit en couches minces autour des grains de sable et de gravier; la surface d'action de l'air se compose alors de toutes les surfaces élémentaires des grains du sol, entourés de leurs minces enveloppes liquides.

Un sol irrigué se trouve dans une situation intermédiaire. L'air n'y occupe pas tous les interstices entre les grains de sable; l'eau en remplit une partie plus ou moins importante. Si les épandages sont intermittents, il se produit un déplacement alternatif de l'air par l'eau et ensuite de l'eau par de l'air frais. On comprend aisément que ce renouvellement continuel de l'air en contact avec les eaux souillées

soit très favorable à leur épuration. L'expérience l'a d'ailleurs confirmé en montrant l'efficacité pratique des épandages intermittents.

Les détails dans lesquels je viens d'entrer sur le mécanisme des irrigations et leur mode d'action sont, je crois, de nature à faire comprendre qu'il convient d'attacher une grande importance à la perméabilité du sol. Ce n'est pas à dire cependant qu'il faille renoncer aux irrigations, si l'on ne dispose pas de terrains sableux très perméables ; mais, dans ce cas, à mesure que le degré de perméabilité va en diminuant, il faut réduire graduellement, pour une même surface, la proportion des eaux à purifier et, par conséquent, les distribuer sur une étendue plus grande. C'est là ce qu'il conviendrait de faire sur des terres arables ordinaires, qui livrent toujours plus ou moins facilement passage aux eaux. Les sols marécageux véritablement imperméables ou ceux dans lesquels la nappe d'eau souterraine serait trop voisine de la surface pour que l'oxydation pût s'accomplir, devraient seuls être tout à fait exclus comme impropres aux irrigations.

L'étendue des champs d'irrigation devra naturellement être en rapport avec le volume des eaux à y déverser ; mais, à volume égal, elle devra varier aussi avec le degré de perméabilité du sol et avec sa profondeur, avec la déclivité du terrain, etc..... Dans chaque cas, quelques essais seront nécessaires pour déterminer la quantité d'eau que peut recevoir chaque unité de surface du sol, sans que l'épuration cesse d'être complète.

Les expériences, faites en Angleterre et en France, ont montré que les terrains bien perméables et profonds peuvent épurer, par hectare et par 24 heures, au moins 50 mètres cubes d'eau d'égout, quelquefois même jusqu'à 100 mètres cubes et au delà.

Cela correspond à peu près à la dose habituellement adoptée en France pour les prairies, qui sont alimentées par des canaux d'irrigation de 1 litre d'eau par hectare et par seconde, ou de 86,400 litres par 24 heures. Il faudrait se tenir au-dessous de cette limite pour des terrains de nature moins favorable, ou bien avec des eaux beaucoup plus chargées de matières organiques, ou bien encore pour des cultures qui ne pourraient pas recevoir autant d'eau que les jardins maraîchers ou les prairies.

Au point de vue de la *situation topographique,* il convient évidemment que les champs d'irrigation ne soient pas trop rapprochés des villages ou des habitations, à cause des inconvénients ou des incommodités qui pourraient résulter de ce voisinage.

Il faut aussi tenir compte de la distance et de l'altitude des terrains à irriguer par rapport au point où se réunissent les eaux d'égout de la

ville, afin de ne pas exagérer les dépenses de conduite et de refoulement des eaux jusqu'au point où elles doivent être déversées sur le sol.

Le choix judicieux des terrains pour l'épandage des eaux d'une ville ne peut manquer d'avoir pour effet une très sensible atténuation des frais qui lui incombent pour l'épuration de ses eaux d'égout. Il pourra même arriver quelquefois que ces frais soient entièrement couverts par les bénéfices à recueillir, soit de la vente des eaux aux cultivateurs, soit de leur utilisation agricole au compte de la ville et sur les domaines acquis par elle.

II

La question que nous venons d'envisager d'une façon générale se présente à Paris avec un caractère de grande urgence; car la Seine est infectée sur plusieurs lieues de son parcours au-dessous de l'embouchure des grands collecteurs de Paris et tout le monde admet qu'il faut, dans le plus court délai possible, porter remède à un pareil état de choses.

La *Commission supérieure d'assainissement* s'est prononcée, à différentes reprises, sur l'urgence d'une solution qui, à son avis, doit être cherchée dans l'épuration ou l'utilisation agricole des eaux d'égout. Membre de cette commission, je me suis préoccupé de chercher, s'il existe autour de Paris une suffisante étendue de terrains pouvant convenir pour de semblables irrigations. J'ai appliqué à cette recherche les considérations générales que je viens d'exposer, et en me servant des cartes géologiques dressées sur le canevas des feuilles de l'état-major à $\frac{1}{80,000}$, j'ai représenté la situation de ces terrains sur une carte réduite à l'échelle de $\frac{1}{640,000}$ qui est annexée à cette étude. J'y ajouterai, pour la rendre plus intelligible, quelques explications complémentaires.

Les environs de Paris offrent une grande variété de terrains appartenant surtout aux formations tertiaires et quaternaires. Parmi ces terrains, il en est plusieurs qui sont très perméables; il m'a donc été permis d'exclure, de prime abord, tous les terrains argileux, tous ceux que les cultivateurs désignent sous le nom de terres fortes, et de fixer mon choix parmi les terrains sableux et bien perméables. Ces terrains appartiennent à six étages géologiques différents.

Ce sont : d'abord les *sables* dits de *Bracheux,* reposant directement sur la craie; puis, les *sables nummulitiques du Soissonnais,* situés à la base du calcaire grossier; plus haut, les *sables* dits de *Beauchamp,* qui couronnent ce même étage du calcaire grossier; en quatrième lieu, les *sables* de *Fontainebleau,* qui sont superposés aux calcaires et argiles de la Brie et qui sont eux-mêmes recouverts par les calcaires et argiles

de la Beauce ; enfin les *graviers diluviens* ou graviers anciens de la vallée de la Seine et les *alluvions modernes*.

Les *sables* de *Bracheux* sont fins, mais bien perméables, et présentent une épaisseur, qui va de 10 jusqu'à 20 mètres. Ils occupent une étendue considérable sur la rive droite de l'Oise, notamment entre Compiègne et Clermont ; mais la distance de Paris et l'altitude ne permettent guère d'utiliser ces surfaces, si ce n'est une portion de 5,000 hectares environ, que j'ai seule figurée sur la carte à l'ouest de Méru (Oise).

Les *sables nummulitiques* n'offrent que des surfaces trop peu étendues et trop éloignées de Paris pour qu'on puisse songer à y diriger les eaux d'égout. Je ne les ai donc point indiqués sur la carte.

Les *sables de Beauchamp* sont en général bien perméables ; dans quelques endroits seulement ils passent à des grès ; leur épaisseur est remarquablement constante, entre 10 et 15 mètres, et ils apparaissent en un grand nombre de points à une altitude modérée, dans la région nord de Paris. J'ai dû marquer la zone qui s'étend d'Herblay à Beauchamp et de là à Méry-sur-Oise, où se trouvent les terrains acquis autrefois par la ville de Paris, dans l'intention d'y établir une vaste nécropole. Ce projet ayant été abandonné, ces mêmes terrains pourraient très bien être utilisés pour l'épandage des eaux d'égout. La même sorte de sol sableux se poursuit sous la forêt de l'Isle-Adam, et, de l'autre côté de l'Oise, sur les plateaux et les pentes qui dominent Pontoise ; on peut également la suivre vers l'Est jusqu'aux forêts d'Ermenonville et d'Halatte, dont le sol est entièrement formé par ces sables.

On aurait là une grande étendue de bruyères et de maigres taillis à irriguer, et l'on peut prévoir que les eaux d'égout donneraient à ces terres une fécondité qu'elles sont bien loin de posséder aujourd'hui. Mais la distance et l'altitude sont grandes ; je n'ai même pas cru devoir teinter, comme utilisable, la vaste forêt d'Halatte, à cause des dépenses excessives qu'il faudrait faire pour y amener les eaux.

On trouve encore d'assez grandes surfaces occupées par la même formation sableuse au nord et à l'est de Paris, du côté d'Écouen et de Meaux. Mais, là aussi, on rencontrerait des difficultés, à raison de la distance et de l'altitude à laquelle les eaux devraient être envoyées.

Les *sables* de *Fontainebleau* constituent une puissante assise de 50 à 60 mètres d'épaisseur, généralement très perméable, sauf à la partie supérieure, où elle est quelquefois transformée en grès, que l'on exploite en différents endroits pour faire des pavés. Ces sables se voient principalement au sud-ouest de Paris, où ils forment les talus des plateaux qui dominent la Seine. On les retrouve au Nord et au Sud-Est, autour de quelques îlots élevés plus ou moins étendus ; mais la pente

rapide de ces talus et leur altitude présenteraient de sérieux obstacles pour l'irrigation. Aussi n'ai-je indiqué sur la carte qu'une étendue très restreinte de cette formation sableuse, près de Palaiseau, où l'on pourrait diriger sans trop de frais, en remontant la vallée de la Bièvre, les eaux provenant des quartiers situés au sud de Paris.

Ce sont, en réalité, surtout les *graviers anciens* de la vallée de la Seine, qui sont en position de fournir les champs d'irrigation les plus favorables. Ils sont, en effet, composés de sables et de graviers siliceux, entre lesquels les eaux et l'air trouvent aisément passage. Ils forment, d'ailleurs, des terrasses presque horizontales, se prêtant facilement à l'irrigation, à un niveau qui peut varier entre 10 et 40 mètres au-dessus du fleuve ; cette altitude n'exige pas de trop grandes dépenses, pour y refouler les eaux d'égout prises aux collecteurs, et cependant elle est suffisante, pour que les terrasses restent à l'abri des inondations et présentent, au-dessus de la nappe d'eau souterraine, une épaisseur filtrante de plusieurs mètres, très convenable pour une épuration complète.

Les *alluvions modernes* de la vallée de la Seine sont en général suffisamment sableuses et perméables; mais elles sont peu élevées au-dessus du fleuve et n'ont pas autant d'épaisseur que le diluvium. L'épandage des eaux d'égout ne devrait donc s'y faire qu'en quantité modérée et non en toute saison. Néanmoins, comme elles sont presque toujours situées au voisinage des graviers anciens, elles pourraient leur servir en quelque sorte d'annexes pour l'irrigation pendant la saison sèche.

La Seine offre, surtout en aval de Paris, entre ses nombreuses sinuosités, une série de caps ou promontoires, constitués principalement par les graviers anciens et les alluvions modernes, sur lesquels il serait facile de diriger les eaux des collecteurs de Paris.

Je mentionnerai en premier lieu la presqu'île de Gennevilliers, déjà en partie utilisée pour les irrigations, et qui offre, en effet, par sa proximité, sa faible altitude et la nature de son sol, le champ le plus favorable pour les expériences de cette nature ; la surface occupée aujourd'hui par les irrigations pourrait y être doublée dans l'avenir et arriver ainsi à 1,200 hectares.

La presqu'île d'Argenteuil offrirait aussi une étendue facilement irrigable de 1,200 hectares environ; mais les habitations y sont trop nombreuses pour qu'on ne rencontre pas d'obstacle sérieux de ce côté. Je n'en tiendrai donc pas compte dans la suite de ce travail.

La presqu'île d'Achères, avec 800 hectares, celle de Carrières-sous-Poissy, avec 600 hectares, la rive gauche de la Seine près des Mureaux, avec 1,500 hectares, sont particulièrement dans des conditions favorables pour l'épandage des eaux et les terres y sont sèches et de peu de valeur.

Les terrasses diluviennes de la Seine pourraient donc fournir, entre

le débouché des collecteurs et une distance de 40 kilomètres au maximum, une étendue de plus de 4,000 hectares de terrains irrigables, qui ne sont guère actuellement couverts que de maigres taillis, de champs ou de pâturages secs, et qui seraient bien vite transformés en riches herbages par les eaux fertilisantes des égouts parisiens.

Si l'on jugeait utile, dans l'avenir, d'avoir des champs d'irrigation beaucoup plus vastes encore, dans des conditions toutes semblables, mais à une plus grande distance de Paris, on trouverait environ 8,500 hectares de terrains favorables sur les terrasses qui bordent alternativement la rive droite et la rive gauche de la Seine, près de Limay, de Mantes, de Guernes, de Moisson, de Limetz et, en continuant à descendre le cours du fleuve, auprès de Vernon, de N.-D. de l'Isle, de Gaillon, de Bouafles, de Bonnières, d'Andé et de Poses, c'est-à-dire au-dessus du confluent de la Seine et de l'Eure. Ces terrains sont, comme les précédents, composés de graviers perméables, à surface presque plane, situés à une faible altitude au-dessus du fleuve et, dans l'état actuel, infertiles et inhabités, en d'autres termes, très convenables pour une bonne épuration des eaux et susceptibles d'une très grande augmentation de valeur. On n'aurait à prévoir, ni de grandes dépenses d'appropriation, en dehors des conduites à établir, ni de sérieuses difficultés pour faire apprécier aux propriétaires le bénéfice qu'ils pourraient retirer de l'emploi des eaux d'égout.

La ville de Paris est donc admirablement pourvue en terrains irrigables du côté de la basse Seine. Mais ce n'est pas tout.

Il existe aussi en amont de Paris de grandes étendues d'alluvions anciennes et modernes, où pourraient être dirigées les eaux des collecteurs du Sud-Est : les plaines qui s'étendent de Maisons-Alfort à Villeneuve-Saint-Georges et à Bonneuil, entre la Seine et la Marne, celles de Vigneux et de Choisy-le-Roi, sur les deux rives de la Seine, offriraient de 2,000 à 2,500 hectares facilement utilisables, sans descendre jusqu'au niveau où la surface du sol serait trop voisine de la nappe d'eau souterraine.

Enfin, au nord-est de Paris, on trouverait encore de 3,000 à 3,500 hectares à arroser, soit dans la vaste plaine composée de graviers diluviens, que parcourt le chemin de fer de Soissons, entre Dugny, Bobigny et Claye, sans y comprendre bien entendu les régions peuplées et industrielles voisines de Paris et de Saint-Denis, soit dans les dépôts de même nature et de même origine, qui s'étendent sur les rives de la Marne près de Fresnes, de Jablines, de Lagny et de Neuilly-sur-Marne.

Ce serait là encore une importante ressource pour la ville de Paris, qui pourrait diriger sur ces plaines, situées à une faible altitude et pour la plupart à une distance de quelques kilomètres seulement de la ville, les eaux recueillies dans les égouts collecteurs de l'Est et du Nord-Est.

En somme, les terrains perméables, qui viennent d'être signalés, occupent une superficie totale d'environ 35,000 hectares. Si on laisse de côté tous ceux dont la distance dépasse 35 ou 40 kilomètres, c'est-à-dire ceux des environs de Meaux, de la forêt d'Ermenonville, de la région de Méru, enfin tous les bords de la Seine, au delà du confluent de la Mauldre, on a encore une étendue de 25,000 hectares environ.

Or, les 400,000 mètres cubes d'eau, que fournissent journellement ou que fourniront bientôt les égouts de Paris, n'exigeront probablement pas plus de 4,000 ou 5,000 hectares de terrains perméables pour une épuration complète. Même en prévoyant une augmentation importante de la quantité d'eau distribuée à la capitale et qui se retrouverait à la sortie des collecteurs, on voit que les besoins probables atteindraient à peine le tiers de l'étendue disponible.

Tels étaient les résultats d'une première étude que j'avais soumise à la commission d'assainissement et qu'elle avait encouragée par son approbation.

Il restait à examiner quels étaient, parmi les terrains reconnus favorables, ceux qui méritaient la préférence, et, après avoir préparé une solution générale, suffisante pour une longue période d'avenir, à chercher une solution restreinte pour les besoins actuels de la ville de Paris. Il fallait, pour cela, tenir compte, non seulement des qualités spécifiques des terrains, mais de leur situation topographique, de leur distance et de leur altitude, de la rareté plus ou moins grande des villages et habitations, des dépenses plus ou moins considérables à prévoir pour y amener et pour y distribuer les eaux, etc.

Au point de vue économique, la tâche avait été facilitée par un travail fort remarquable, présenté à la commission par M. Vauthier, ingénieur en chef des ponts et chaussées et membre du conseil municipal. M. Vauthier, en effet, après avoir établi une sorte d'échelle de comparaison des distances horizontales à faire parcourir aux eaux et des hauteurs verticales à leur faire franchir, sous le rapport des dépenses nécessaires pour l'une ou l'autre opération, était arrivé à déterminer, pour les différentes régions précédemment signalées, le prix de revient du mètre cube d'eau transporté dans des tuyaux de suffisant diamètre jusqu'au lieu d'épandage.

On pouvait dès lors établir une sorte de classement entre les terrains irrigables, au point de vue spécial des frais nécessaires pour y amener les eaux d'égout ; mais il fallait aussi avoir égard aux autres considérations que j'ai sommairement indiquées tout à l'heure.

M. Chambrelent, inspecteur général des ponts et chaussées et membre de la commission supérieure d'assainissement, a bien voulu prêter à mes études l'appui de sa compétence bien connue et visiter avec moi

celles des régions irrigables qui paraissaient devoir fournir les solutions les moins coûteuses.

Nous sommes arrivés ensemble aux conclusions suivantes :

Les terrains les plus favorables pour l'épandage des eaux d'égout de Paris sont les plaines formées par les dépôts sableux de la vallée de la Seine à l'ouest, au sud et à l'est de Paris, savoir :

1° En aval, la plaine de Gennevilliers, à cause de sa proximité et de son altitude ; les parties basses de la presqu'île d'Achères, pour des raisons analogues ; mieux encore peut-être, la presqu'île de Carrières-sous-Poissy et les plaines situées sur la rive gauche de la Seine, près des Mureaux, à la fois en raison de leur situation topographique, de la pauvreté du sol et de la rareté des habitations ;

2° En amont, les plaines de Créteil et de Choisy-le-Roi ;

3° Enfin, la plaine qui s'étend à l'est de Saint-Denis, entre le Bourget, Sevran, Claye et Bondy.

4° On peut mettre à peu près sur le même rang le plateau mi-partie sableux, mi-partie calcaire, compris entre Herblay, Beauchamp, Méry et les deux vallées de l'Oise et de la Seine.

La ville de Paris, possédant un vaste domaine du côté de Méry-sur-Oise, peut y organiser un champ d'irrigation de plusieurs centaines d'hectares et y donner un exemple de fertilisation par les eaux d'égout, dont profiteraient certainement les propriétaires du voisinage. L'étendue des terrains à arroser est assez grande pour justifier les dépenses d'installation de machines qui seraient nécessaires pour refouler les eaux jusqu'à l'altitude du plateau de Beauchamp.

Ce que nous venons de dire du domaine de Méry-sur-Oise devrait être également appliqué, selon nous, dans les deux ou trois autres directions, qui ont été signalées plus haut comme particulièrement favorables à l'épandage des eaux d'égout.

Il serait à désirer que la ville se constituât deux ou trois grands domaines dans ces régions, où les terrains, en raison même de leur nature sableuse et de leur très grande perméabilité, n'ont pas actuellement grande valeur, mais où ils peuvent être admirablement fertilisés par les eaux d'égout.

L'exemple et le succès de ces irrigations provoqueraient bientôt des imitateurs. Les propriétaires des terres voisines des domaines de la ville, ou situées à proximité des conduites établies pour les desservir, ne tarderaient pas à solliciter une part dans la distribution des eaux d'égout, pour les répandre sur leurs champs trop secs et les convertir en prairies. On verrait ainsi l'étendue des terrains consacrés à l'irrigation s'accroître rapidement et, par suite, l'épuration des eaux de la capitale devenir à la fois plus complète et mieux assurée pour l'avenir.

M. Léon POINCARÉ

Professeur d'hygiène à la Faculté de médecine de Nancy.

INFLUENCE DU TRAVAIL PROFESSIONNEL SUR LE POULS ET LES PHÉNOMÈNES MÉCANIQUES DE LA RESPIRATION

— *Séance du 16 août 1886.* —

Le mouvement professionnel semble, même *a priori,* devoir apporter un tel trouble dans le fonctionnement physiologique de la respiration et de la circulation, qu'il m'a paru utile de fixer et de rendre plus appréciables ces modifications par l'emploi de la méthode graphique.

Voici quelle a été la manière de procéder :

Pour tous les ouvriers, les tracés ont été pris : 1° pendant le repos ; 2° au début du travail ; 3° au moment de la pleine activité ; 4° au moment où l'ouvrier reconnaissait éprouver déjà de la fatigue. Pour quelques-uns nous avons pris le tracé du travail après leur avoir fait exécuter une marche rapide, afin de nous rendre compte de l'effet de la mise immédiate en travail de l'ouvrier qui arrive en retard après avoir parcouru rapidement la distance séparant son logis de l'usine.

Il eût été certainement d'une exactitude plus irréprochable de saisir toujours l'ouvrier dans son travail utile, c'est-à-dire dans le maniement de la matière ouvrable et dans le service des machines, mais le plus souvent nous nous sommes heurtés à une véritable impossibilité. La place manquait pour les appareils enregistreurs au milieu de la ruche de l'atelier. La trépidation des machines venait réagir sur les résultats. L'ouvrier, dans ses rapports avec la machine, ne laissait plus de prise à l'application des appareils enregistreurs. Souvent nous avons dû nous contenter de prier l'ouvrier d'exécuter ses mouvements professionnels dans leurs allures et leur ordre habituels, pour ainsi dire dans le vide, mais en l'engageant à développer autant de puissance qu'en pouvaient exiger les résistances dans son travail naturel.

Les tracés ont été obtenus sur le tambour du polygraphe de Marey, construit par Verdin et muni du chariot de Du Bois-Reymond.

Pour la respiration nous nous sommes servis : 1° du pneumographe de Marey qui traduit les mouvements d'ampliation et de rétraction du thorax ; 2° de l'appareil de Bert qui traduit les changements de pression de l'air intra-pulmonaire.

Ce dernier, du reste, donne seul une idée des modifications du jeu

respiratoire proprement dit, car le mouvement professionnel nécessite la plupart du temps des déplacements tellement considérables, multiples et irréguliers du tronc ; il met en jeu si souvent les muscles de la paroi thoracique eux-mêmes, que le levier de l'enregistreur se trouve forcément actionné par ces contractions musculaires et par les secousses imprimées au tube de caoutchouc.

Avec l'appareil de Bert ces secousses étrangères au jeu respiratoire ont beaucoup moins d'influence parce que l'application n'a plus lieu sur la paroi thoracique elle-même, mais sur la bouche. En outre les ébranlements directs ne sont reçus que par le tuyau de caoutchouc allant de la bouche à la cruche. Le tube qui inscrit le tracé ne peut les ressentir que très indirectement et d'une manière très atténuée par l'intermédiaire de l'air de la cruche.

Il nous a paru utile d'employer concurremment les deux procédés afin de pouvoir faire la part de ces éléments hétérogènes de l'exploration graphique. D'une manière générale, on peut dire qu'ils ont suffi pour rendre les tracés réellement fantastiques.

Pour la circulation nous avons d'abord employé le cardiographe, mais nous avons dû y renoncer parce que les mouvements du tronc et la contraction des muscles thoraciques noyaient complètement le tracé des impulsions d'origine cardiaque. Nous avons donc dû substituer à ce procédé celui du sphygmographe.

Nous l'avons pour chaque cas employé successivement dans deux conditions différentes : d'abord en faisant rester immobile le bras porteur du sphygmographe, ce qui supprimait les erreurs dues aux déplacements professionnels de ce bras, mais ce qui amoindrissait de moitié les mouvements de travail ; en second lieu en laissant les deux bras travailler. De cette façon il a été possible, par la comparaison des tracés, de tenir compte de l'influence des déplacements communiqués au sphygmographe sur les résultats de l'appareil enregistreur.

Je dois remercier hautement M. le directeur de la manufacture des tabacs et MM. les industriels Berger-Levrault, Lang et Luc de l'empressement intelligent qu'ils ont mis à faciliter mes recherches expérimentales. Ils ont montré une fois de plus dans cette circonstance leur grand dévouement à la cause ouvrière.

Action du mouvement professionnel sur les phénomènes mécaniques de la respiration. — D'une manière générale, le travail manuel peut modifier la respiration dans sa fréquence, son amplitude et sa régularité.

Si on englobe les ouvriers, sans distinction de genre d'industrie, et si on établit les proportions par rapport à 100 ouvriers, on constate que le travail industriel accélère la respiration chez 50 d'entre eux,

qu'il ne modifie pas la fréquence de la respiration chez 32 et qu'il la diminue chez 18.

L'augmentation de fréquence de la respiration n'est donc pas une conséquence constante de l'activité professionnelle, comme on serait tenté de la supposer *a priori*. L'exemple le plus frappant de cette quasi-indépendance de la fréquence des mouvements professionnels et de celle des mouvements respiratoires a été fourni par une empaqueteuse de la manufacture des tabacs. Les femmes chargées de mettre le tabac en paquets d'un poids déterminé ont leur tâche singulièrement favorisée comme dépense de force et comme rapidité d'exécution par l'emploi d'une machine ingénieuse. Mais, comme elles sont payées à la pièce, elles ont intérêt à la servir rapidement de façon à ce qu'elle produise beaucoup en peu de temps. Or, ce service exige d'elles des mouvements variés, précipités et d'apparence désordonnée, ce qui leur donne l'air de véritables possédées. Et cependant l'empaqueteuse dont nous avons pris le tracé a toujours conservé la même fréquence respiratoire, pendant le travail comme au repos.

Chose inattendue aussi ! Les variations de fréquence ne dépendent pas, du moins complètement, du genre de travail. On peut même rencontrer tantôt une augmentation, tantôt une diminution de fréquence dans une même catégorie d'ouvriers ; tout ce qu'on peut dire de général, c'est que l'activité du travail ne peut augmenter la fréquence de la respiration que lorsque le genre d'occupation, malgré sa continuité apparente, comporte une série de petites interruptions permettant le jeu respiratoire. Il faut en outre que le travail soit plus rapide que puissant ; un travail puissant suppose en effet un effort, c'est-à-dire une immobilité plus ou moins complète du thorax.

Toutefois, malgré un effort soutenu, la respiration peut parfois augmenter de fréquence. Mais, dans ce cas, la circulation aérienne ne porte que sur une petite fraction de la masse de l'air intra-pulmonaire, la plus grande partie s'immobilisant pour laisser au thorax la fixité et la résistance nécessaire, et alors, dans les tracés, les grandes révolutions respiratoires sont entrecoupées de temps en temps de révolutions partielles.

En réalité, il y a lieu de tenir un grand compte des habitudes et des types personnels. Pour un même travail chacun peut arriver à se créer un mode d'adaptation particulier et à harmoniser les besoins de la respiration avec ceux du travail, à l'aide de combinaisons personnelles et de compromis variés entre les deux genres de conditions. C'est pour cette raison que l'augmentation de fréquence a été toujours peu marquée, quand elle a existé. Elle n'a été considérable que chez un enfant de 15 ans qui, débutant dans la tannerie, était trop novice pour avoir

encore eu le temps de bien rythmer ses actes et travaillait d'une manière pour ainsi dire choréique.

Le travail industriel change la plupart du temps l'amplitude de la respiration. Sur 100 ouvriers, elle est restée la même chez 20 seulement. Elle a augmenté chez 44 et elle a diminué chez 36. Il est à remarquer qu'elle ne s'est pas modifiée particulièrement chez les ouvriers dont le mouvement professionnel est assez restreint. C'est ce qui est arrivé, par exemple, pour les cigarières qui n'ont qu'à prendre des feuilles sur un tas et à les rouler; les tisseurs qui ne font plus que servir le métier mis en mouvement par la vapeur; les hacheurs de tabac qui ne font qu'alimenter de tabac le couperet mécanique; les lithographes et les imprimeurs qui exécutent des mouvements rapides, mais avec un développement de force qui ne dépasse pas celle nécessaire pour l'écriture. Entre les actes élémentaires il y a toujours le temps nécessaire pour respirer.

L'amplitude a été au contraire augmentée chez ceux qui ont un travail à la fois rapide et puissant. Elle a diminué chez ceux dont la profession exige un effort considérable et soutenu. Mais, pour l'amplitude comme pour la fréquence, les habitudes personnelles jouent un grand rôle. Pour un même travail, on trouve tantôt une diminution, tantôt une augmentation de l'amplitude.

Généralement, le travail manuel tend à rendre le tracé de la respiration irrégulier. La fatigue surtout amène l'irrégularité, car elle augmente beaucoup à la fin de l'expérience. Cet effet a été particulièrement très marqué chez un serrurier. Exceptionnellement, cependant, le travail a, au contraire, régularisé la respiration, notamment chez un tanneur et un graveur en verrerie. Il est probable que chez certains individus il corrige un certain aller naturel, en vertu même du plus grand besoin d'oxygénation et du rythme qu'il introduit dans les mouvements.

Action du mouvement professionnel sur la circulation. — Chose singulière! la fréquence de la respiration n'a pas toujours entraîné une plus grande fréquence du pouls. Sur 50 ouvriers chez lesquels le travail détermine une augmentation de la fréquence de la respiration, 25 seulement présentent en même temps une augmentation de la fréquence du pouls. Il y a même eu quatre cas d'augmentation de la fréquence du pouls avec une diminution de la fréquence de la respiration, et huit cas où le rapport a été renversé.

Une seule observation générale est à faire pour le pouls, c'est que quand il y a effort soutenu, le tracé tend à devenir rectiligne, en raison même de l'augmentation de la tension sanguine qui contient les manifestations expansives de la colonne sanguine. Il arrive parfois que l'ef-

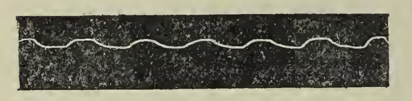
fort est soutenu d'une manière complète pendant un certain temps et entrecoupé d'intervalles où se succèdent quelques pulsations à peu près normales. D'où une ligne présentant des alternatives de fragments rectilignes et de fragments dentés.

Lorsque l'effort se produit avec de courtes intermittences, il se traduit par un plateau, plus ou moins étendu, au point culminant.

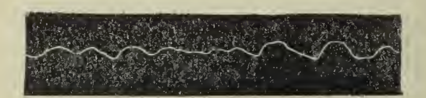
Dans le travail qui exige des mouvements rapides, mais sans effort musculaire, le pouls devient à la fois plus fréquent et plus accentué.

Il serait impossible de reproduire, dans un volume dont le développement doit rester limité et qui a le devoir de satisfaire à tant de mémoires importants, tous les tracés qui ont servi de base à ce travail. Laissant donc de côté les tracés relatifs à la circulation qui ont offert moins d'intérêt, nous nous en tiendrons à la reproduction des principaux tracés concernant le rythme respiratoire.

Imprimeur.

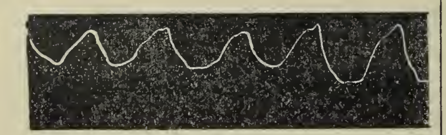


Respiration pendant le repos.

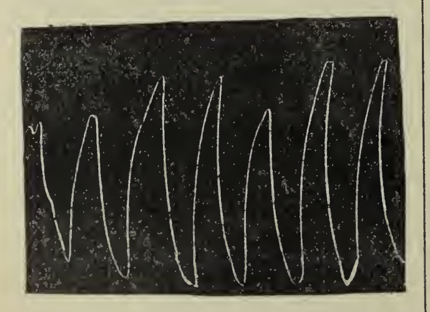


Respiration pendant le travail.

Boulanger.

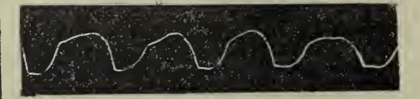


Respiration pendant le repos.

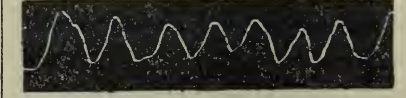


Respiration pendant le travail.

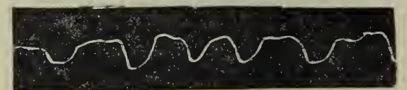
Serrurier.



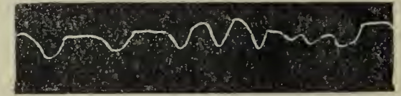
Respiration pendant le repos.



Respiration au début du travail

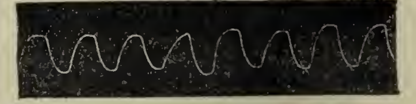


Respiration au milieu du travail.

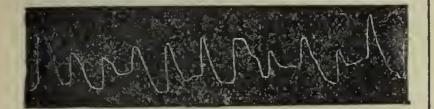


Respiration à la fin du travail.

Chaudronnier.

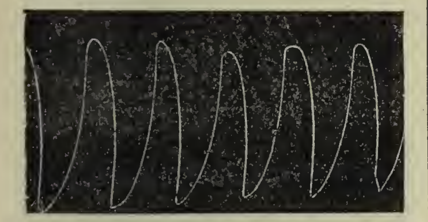


Respiration pendant le repos (cruche).

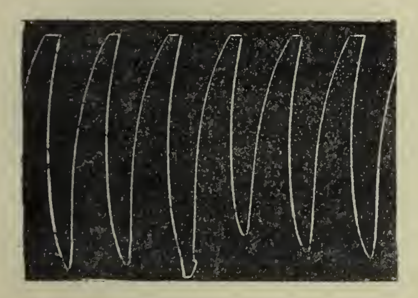


Respiration pendant le travail.

Casseur de fonte.

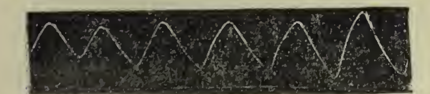


Respiration pendant le repos.

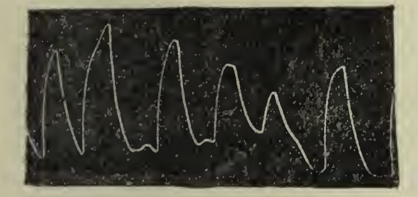


Respiration pendant le travail.

Tisseur.



Respiration pendant le repos.

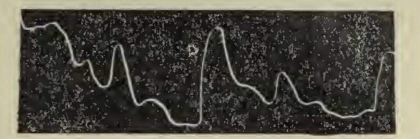


Respiration pendant le travail.

Empaqueteur de tabac.

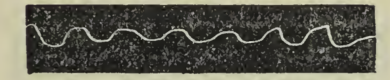


Respiration pendant le repos.

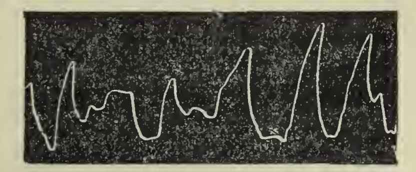


Respiration pendant le travail.

Tabacs. — Cigarière.

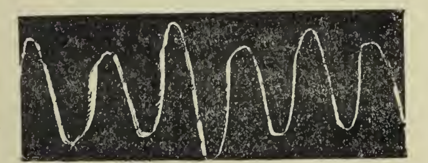


Respiration pendant le repos.

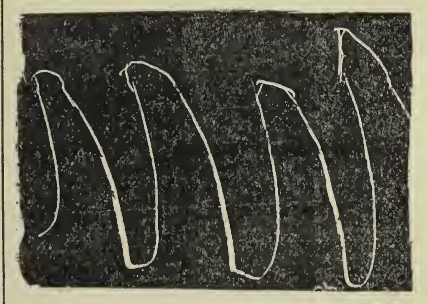


Respiration pendant le travail.

Souffleur de verre.



Respiration pendant le repos.

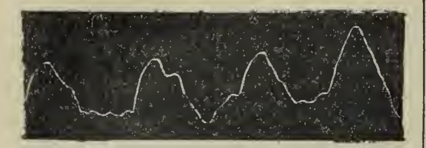


Respiration pendant le travail.

Graveur sur verre.

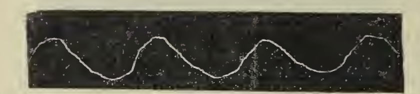


Respiration pendant le repos.

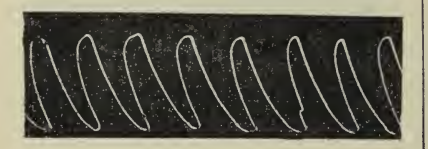


Respiration pendant le travail.

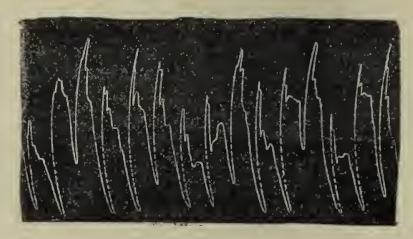
Tanneur.



Respiration pendant le repos (prise au pneumographe).

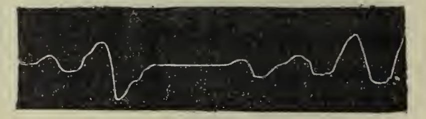


Respiration au début du travail (cruche de Bert).

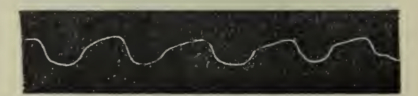


Respiration pendant le travail (prise au pneumographe).

Fabrique d'extrait de tannin.
Varloppeur.



Respiration pendant le repos, prise avec la cruche de Bert.



Respiration pendant le travail, prise avec la cruche de Bert.

M. Ludovic GUIGNARD

Vice-président de la Société d'histoire naturelle de Loir-et-Cher, à Sans-Souci, Chouzy (Loir-et-Cher).

BLOIS GALLO-ROMAIN

— *Séance du 13 août 1886.* —

Blois, jusqu'à ce jour, n'avait fourni qu'un très petit nombre de documents permettant d'accuser son antique origine. Les historiens de la cité: Denis Dupont, Bernier, Fournier, de la Saussaye, Touchard-Lafosse, Dupré et Bergevin, s'appuyant sur les textes les uns des autres, avouaient qu'on savait fort peu de chose sur les commencements de notre cité. Denis Dupont, le premier de tous, avait dit : « *Blesas civitatem sub Cæsaris tempora ab ejus militibus in loca missis conditam accepimus...* », mais il ne citait pas ses auteurs et ne s'appuyait que sur la légende des temps passés.

Touchard-Lafosse, un des derniers écrivains, moins explicite encore dans ses appréciations, allait plus loin dans cette voie :

« Avouons franchement qu'on sait fort peu de chose avant l'occupation romaine..., » et plus loin :

« Néanmoins ni sur les hauteurs de Blois, ni dans ses quartiers bas « on n'a découvert la moindre trace de construction romaine, si ce n'est « peut-être l'aqueduc taillé en plein roc et attribué sans assez de preuves « aux Romains. »

L'année 1885 nous a permis de combler une lacune regrettable dans l'histoire d'une de nos premières cités, grâce à un travail de drainage effectué par les propriétaires des rues Foulerie, Vauvert et Fontaine-des-Élus.

Plusieurs tuiles à rebords (*tegulæ*) et tuiles faitières (*imbrices*) furent trouvées dès le début des fouilles. M. Badaire, maire de Blois, eut l'obligeance de nous faire prévenir et nous pûmes, grâce à l'aide des conducteurs des travaux, retrouver une série de documents attestant l'occupation de notre chef-lieu par les peuples gallo-romains.

Dans la rue Fontaine-des-Élus, nous mîmes au jour le blocage d'une voie antique paraissant se diriger vers le sud-ouest de la ville en longeant le fleuve de la Loire. On releva dans cette même voie urbaine des vestiges de constructions et des poteries telles qu'il en fut retrouvé dans les cimetières d'Orléans par M. Jollois en 1831, dans ceux des Puits du Bernard en Vendée, par MM. Baudry et Ballereau, dans les camps de la Somme par M. d'Allonville ; à Chartres, par nous-mêmes, sur la place des Épars et dans les terrains des Vauroux situés sur le territoire de la même localité. Ils appartiennent aux genres dits *patera, guttus, chytra, dolia ;* ces derniers sont abondants et affectent des dimensions plus ou moins considérables.

Les vases en général à l'état de fragments nous fournissent de nombreux types en terre blanche à argile plombaginé, bleuté ou noir, ou terre blanche plus fine offrant une grande identité avec celle des *deæ mairæ* et des figurines de l'Allier décrites par M. Tudot. La poterie rouge est fort commune, celle dite de Samos ou d'Arezzo y est représentée par des fragments de guttus, de patères offrant des méandres, des miccaux d'une grande finesse de détail et de conception, des femmes à demi-nues dansant dans des orles perlés, des vénus, des boucs, des satyres, des monstres marins, des dauphins, des génies, des esclaves tenant l'œnochœ. Certains plats nous présentent des feuilles de liseron enlaçant le pourtour. Sur un de ces débris nous avons relevé la marque VS MACCA. Le prefixe VS pour VSTRINA est assez rare. On rencontre plus communément OF pour OFFICINA. Nous avons retrouvé ce nom de MACCA également à Chartres sur une pièce du musée de la ville, ce

qui nous ferait supposer que cette poterie était assez estimée et que sa vogue s'étendait jusque vers le nord de la Gaule.

Nous avons également constaté rue Fontaine-des-Élus, à Blois, des traces évidentes de sépultures par incinération. Sous trois tuiles tournées deux et une vers le soleil levant, on a, en effet, découvert un vase (doliolum) de terre roussâtre à engobe micacé ayant de l'analogie avec la poudre d'or. Ce récipient contenait des ossements calcinés, quelques débris de verre monochrome de couleur verdâtre comme celle des urnes cinéraires carrées découvertes en Normandie par M. l'abbé Cochet et signalées par lui dans sa *Normandie souterraine*.

A quelque distance de là nous retrouvâmes un col de fémur humain, de nombreux débris d'ossements appartenant aux genres *sus*, *ovis* et *bos* caractérisant le sacrifice *suovetaurilia* par l'immolation des trois animaux mâles dédiés aux divinités infernales. On a également trouvé dans la même rue des poids dits de tisserand, un magnifique antéfixe représentant une tête de bélier en terre cuite, morceau massif de 40 centimètres de diamètre, un culot d'amphore avec la marque A poinçonnée en creux et le nom de ERRINI... gravé à la pointe sèche sur un morceau de patina en terre dite de Samos, enfin des ossements verdis par le contact d'oxydes de cuivre.

La rue Vauvert a également fourni un contingent d'objets; en dehors de certains morceaux de vases offrant une grande analogie avec ceux décrits ci-dessus, nous avons à signaler un curieux œuf de la grosseur de celui d'une poule ordinaire, il est fait en terre blanche d'une grande finesse et d'une texture des plus serrées. On l'avait renfermé sur la pointe dans une cavité de terre battue à la main près d'une chytra retrouvée intacte, non loin de petits puits de 30 centimètres de diamètre étagés dans l'axe de la rue.

Le bronze est représenté dans nos fouilles par plusieurs monnaies de Gallien, par une anse de coffret à décor dans le style grec et par un certain nombre de débris incaractérisables. Le fer nous a fourni un outil assez semblable à une plane de tonnelier, des fers de chevaux à clous en carrés longs, un bloc ovale contenant encore une phalange humaine incrustée dans son oxyde.

Les défenses de sangliers sont fort communes et plusieurs atteignent plus d'un décimètre de longueur.

Le verre nous a procuré une certaine quantité de morceaux polychromes, à dessins en reliefs, en creux, en ronde bosse.

Les couches géologiques de rapport sont bien en place. Dans la rue Fontaine-des-Élus, les objets ont été rencontrés à 1m,95 de profondeur sous 16 couches comprenant dans la partie supérieure les différents blocages effectués par le pavage de la rue, dans la portion centrale du

sable de Loire alternant avec des couches de terre et de marne, dans la portion inférieure une terre grasse, onctueuse au toucher contenant de nombreux os alliés à des morceaux de charbon appartenant aux essences d'arbre caractérisées par la bourdaine, le hêtre, le sapin, l'épine noire.

D'après les documents retrouvés et l'examen attentif des débris, tant monnaies que poteries, on peut assigner, au moins, au IIIe siècle de l'ère chrétienne la date des enfouissements.

Aucun silex taillé n'a été retrouvé dans les nombreux débris exhumés.

La haute antiquité de Blois ne peut plus aujourd'hui être mise en doute.

M. A. BENOIT

RECHERCHES SUR LES MONUMENTS EN BRONZE, A PARTIR DU XIVe SIÈCLE

— Séance du 13 août 1886. —

Les monuments en bronze n'ont jamais été décrits pour ce qui regarde la Lorraine proprement dite, c'est-à-dire le duché de ce nom, celui de Bar et les Trois-Évêchés, Toul, Metz et Verdun. Entreprendre le catalogue des statues, bas-reliefs, ornements d'ornementation et d'ameublement, des cloches et des médailles, en un mot de toutes les œuvres d'art où le cuivre se fond avec l'étain ou même le cuivre seul existe, serait considérable et ne pourrait jamais être mené à bonne fin.

Ne pouvant embrasser un aussi vaste sujet, je me contente de faire connaître les monuments funéraires ou les œuvres d'art émanés d'artistes lorrains, ou se trouvant dans le pays.

La Lorraine, qui, à partir du XVIe siècle, sut trouver une place honorable dans l'histoire de l'art, ne resta pas en arrière pour ce qui touche la fonderie. L'apogée de cette luxueuse industrie fut dans les commencements du XVIIe siècle, et Louis XIV, qui aimait tout ce qui est grand, ne rougit pas d'enlever à Nancy le fameux « cheval de bronze » et la merveilleuse coulevrine des Chaligny ; c'était un hommage « forcé » au génie artistique lorrain.

La réduction, petit chef-d'œuvre, plein de vie, du premier de ces monuments, se trouve au Musée de Nancy. Hélas ! C'est tout ce qui nous reste des objets d'art que nous allons décrire. La Révolution a envoyé aux fonderies nationales ces somptueux monuments et si une chose peut tempérer les regrets de la perte de tant de richesses, c'est de savoir que, métamorphosées en canons, elles ont servi à assurer l'indépendance de la patrie.

I. — Les fondeurs lorrains.

Sauf quelques renseignements sur les Chaligny et les Cuny, on ne possède presque rien sur les fondeurs lorrains antérieurs et postérieurs à ces artistes.

Les archives de Nancy publiées par M. H. Lepage nous donnent quelques noms de maîtres fondeurs, maître Laurens, chargé du tombeau de Ferri II, à Joinville, vers 1483, maître Jehan, qui fait le grand chandelier de cuivre « au bout de la sépulture » des ducs Jean et Nicolas d'Anjou, dans l'église collégiale Saint-Georges, à Nancy (1473) ; Jean Bellegarde, fils de maître François, que Nicolas de Lorraine-Chaligny, régent de Lorraine, envoya à l'étranger se perfectionner dans son art (1551).

Mais, dès l'année 1450, la Lorraine avait une famille d'artistes renommés, les Chaligny, du nom du village d'où le premier, maître Jean, était originaire. Ils furent tous fondeurs de l'artillerie de Lorraine. Ils avaient formé avec leurs ouvriers une corporation, autorisée le 17 août 1602, et dont le patron était saint Éloi.

A cette époque nous trouvons David de Chaligny, demeurant sur la paroisse Saint-Sébastien et qui fut père de Jean, né en 1603, et de David, né en 1618.

David était fils de Jean, mort à Nancy le 23 mars 1615, à 86 ans. C'est lui qui fondit la grande coulevrine longue de 22 pieds, que Louis XIV fit conduire à Paris en 1670, au grand regret des habitants. On en trouve le dessin dans le P. Daniel (*Histoire de la milice française*).

Antoine fut le second fils de David I. La paroisse Saint-Sébastien avait d'eux ses trois cloches ; le mausolée de François de Chastenoy († 1606), l'épitaphe est entourée de colonnes et d'ornements, soutenant deux blasons, le tout de bronze ; « bel ouvrage », dit Lyonnois (à l'église Saint-Epvre) ; dans la chapelle des prêcheresses, un ange de bronze d'environ trois pieds de haut tenant un voile sur lequel est gravée l'inscription funéraire du chirurgien François Faber, mort en 1675 (œuvre de Pierre Chaligny).

En 1616, David fit un marché avec la ville pour une fontaine en bronze à la porte Notre-Dame, et en 1618, il est chargé de tous les ouvrages de bronze pour les fontaines de Nancy. On peut encore voir sur la place Saint-Epvre les mascarons de la fontaine qui sert de piédestal à la statue de René II, œuvre de M. Schiff.

David Chaligny mourut « aux Loges », de la peste, le 25 juin 1631 ; son frère, Antoine, mourut le 9 août 1666, âgé de 75 ans.

Après avoir quitté le service du duc de Lorraine, il avait accepté la

place de commissaire général des fontes de France, fonctions qu'il laissa à son fils Pierre, d'abord ingénieur du duc Charles IV et anobli par ce prince en 1659 pour ses services et ceux de sa famille pendant deux cents ans[1].

Les Chaligny eurent pour élèves les Cuny, qui furent aussi maîtres fondeurs de l'artillerie de Lorraine. Jean Cuny, né à Marainville en 1561, mourut à Nancy en 1636, à 75 ans. En 1591, il avait été reçu bourgeois. Son fils, François, né à Nancy en 1597, épousa, en 1624, Ève, fille d'Antoine Chaligny. Elle mourut en 1687, six ans après son mari, qui fut enterré aux Minimes. Leur fils, Nicolas, en 1679, est qualifié de fondeur de l'artillerie. Vers cette époque, en 1670, on trouve un autre fondeur à Nancy, Lambert Adam. En 1647, Claude Gérard fit, pour le grand autel de l'église Saint-Sébastien, six chandeliers aux armes de la ville et un crucifix entouré de chérubins.

En 1682, Cuny a fondu, pour la même église, le Lutrin pour 3,150 fr. et l'Ange qui tient les deux lampes, d'après les dessins du sculpteur César Bagard, et deux grands chandeliers à la primatiale.

Saint-Epvre nous offre encore pour la première partie de ce siècle un monument en bronze[2] : le tombeau de Claude Guérin, conseiller du duc Charles III, mort en 1612. A un pilier de la nef, deux termes placés sur des piédestaux entourent une lame de bronze, surmontée de deux écus dans une couronne de fleurs accompagnée de deux cornes d'abondance.

Après ces quelques notes sur les maîtres fondeurs de Nancy du XVIIe siècle, parlons de l'œuvre capitale de David et d'Antoine Chaligny, de la statue équestre du duc Charles III. En 1621, la ville fit le traité avec eux pour l'érection, en 1625, de ce monument sur la place du Marché à Nancy. « Le duc devait être armé de toutes pièces, tenant en main le bâton de commandement et posé sur un cheval de bronze de neuf pieds de haut, non compris l'encolure. » David touchait 15,000 fr. barrois pour sa main-d'œuvre, et la ville s'obligeait à fournir la matière et à élever le piédestal.

Antoine devait faire une pyramide de bronze à trois ou quatre faces, haute de douze pieds sur trois de diamètre, le piédestal orné des armes du duc et de la ville, les faces chargées de CC couronnés, d'Alérions et de croix de Lorraine. Cette pyramide devait servir de fontaine sur la place du Marché.

La statue n'était pas terminée en 1625, et en 1631, après la mort de David, la figure du cavalier de onze à douze pieds de haut n'était encore

1. Ses armes sont de : gueules à deux canons d'or en sautoir, issant de chacun d'iceux un boulet. — Cimier, un lion de gueules tenant un boulet d'or.

2. Nous n'avons pas indiqué les lames de bronze ou de cuivre sur lesquelles sont les épitaphes des défunts. Cela nous aurait conduit trop loin.

qu'à moitié hors de terre. L'invasion de la Lorraine fut tellement subite qu'on n'eut plus le loisir ni les moyens de terminer la statue. Le cheval seul terminé fut mis dans un magasin de la ville [1].

Un ordre du Roi du 23 septembre 1670 ordonna de le conduire à Paris. La ville écrivit une protestation le 17 avril 1671 et l'intendant Charuel fit passer outre. Cinquante-huit chevaux devaient traîner le binard jusqu'à Vitry-le-François, où l'on devait embarquer le cheval de bronze sur la Marne.

Le 4 mai 1671, le cheval fut chargé et une pièce de bois, ayant été mal posée, éclata et cassa le bras au conducteur principal, qui arriva cependant à Paris avant le précieux colis.

Le roi ordonna de faire une réception triomphale au cheval qu'il avait pris à la ville de Nancy. On le plaça sous l'Arc-de-Triomphe du faubourg Saint-Antoine au son des trompettes. Puis il fut envoyé à Dijon pour servir à une statue de Louis XIV, et la Révolution l'envoya à la fonderie nationale.

Les Chaligny avaient fait du cheval et de la statue un petit modèle en bronze qu'ils offrirent au duc Henri II. Un de ses successeurs, le bon Léopold, en fit don à son favori, le prince de Craon, qui le plaça dans la galerie de son hôtel, sur la Carrière. Lorsqu'il eut vendu celui-ci pour y établir la cour souveraine, il transporta ce splendide souvenir d'une des plus importantes œuvres d'art du pays dans son château à Haroué. Son fils, le maréchal prince de Beauvau, l'offrit à Jean-François Coster, dit « le Citoyen », pour le récompenser de ses bons offices. Coster conserva la statuette équestre placée sur un piédestal de bois doré au milieu de sa bibliothèque. Les Lorrains pouvaient voir ce dont la ville de Nancy avait été privée par le malheur des temps. La ville de Nancy l'acheta des héritiers de Coster sous la Restauration. C'est actuellement un des objets les plus remarquables du Musée [2].

Le 15 juillet 1755 à sept heures du soir, on coulait à Lunéville en trois minutes chez le fondeur Perrin la statue de l'arrière-petit-fils de Louis XIV. Le roi Stanislas avait résolu de placer sur la plus belle place de Nancy la statue de Louis XV, haute de onze pieds, ouvrage de B. Guibal, né à Nîmes et mort le 5 mai 1757.

Le 16 novembre elle arriva à Nancy, sur un chariot traîné par 32 chevaux et le 26, elle fut inaugurée en présence du roi de Pologne.

Le roi de France reçut des députés de la ville des médailles en or et en argent, dues à Anne-Marie de Saint-Urbain ; d'un côté était le buste du roi Stanislas, au revers la statue. Louis XV était représenté le bras droit armé du bâton royal, sa main gauche s'appuyait au côté

1. J. A. Schmit, *Journal de la Société d'archéologie,* p. 147. 1872.
2. Hauteur, 1m,14 ; feu Vor de Bouillé en a fait une bonne lithographie devenue très rare.

et sa face regardait Paris. Il était vêtu « à la romaine ». Quatre statues de plomb, le métal cher à Stanislas (la Paix, la Force, la Prudence et la Justice), étaient accoudées à chaque angle du monument.

En 1792, l'ordre vint de détruire l'œuvre de Guibal; depuis longtemps, la ville différait d'exécuter cette mesure et le 2 septembre 518 citoyens réunis dans l'église des Carmes protestaient publiquement. La municipalité consentit à ce que le monarque « abattu » fût mis dans une fosse profonde creusée au milieu de la place.

La statue reposa dans son triste asile jusqu'au 14 novembre suivant; elle fut alors signalée à un bataillon de volontaires parisiens dits Marseillais. Ne pouvant la déterrer, on dressa un bûcher autour, et lorsque le bronze entra en combustion, on le brisa à coup de marteau ; le bâton royal fut lancé à la foule et servit de risée.

Toute la ville protesta contre cet acte de vandalisme et quelques citoyens parvinrent à en conserver quelques débris.

M. le baron Buquet, ancien maire de Nancy, a donné au Musée lorrain la guirlande en bronze, provenant du piédouche du piédestal[1].

Le XVIIIe siècle nous donne encore quelques noms, mais, qui les connaît? Jean Queyrat, qu'un compte de la ville de Nancy mentionne en 1728, comme ayant fait un christ en cuivre pour l'église Notre-Dame ; il mourut en 1766 et fut enterré dans la chapelle de la Congrégation ; Jean-François Despois, 1771-1785 ; Charles Saint-Loire et, en 1789, Vernolle. Il n'y avait plus alors de corporation.

Les monuments en bronze sont rares dans ce siècle. On peut cependant citer à Saint-Epvre celui du président de Barbarat décédé en 1747, sur un cadre de bronze, un écu surmonté d'un mortier et d'un manteau de président.

II. — Monuments funéraires des princes lorrains.

Ils ont été tous détruits à la Révolution, ainsi que les églises qui les contenaient.

1° *Abbaye de Beaupré.*

D'après une plainte adressée à la Cour souveraine de Lorraine en l'an 1700, le tombeau du duc Raoul mort à la bataille de Crécy en 1346 et de Marie de Blois, sa femme, subit de malheureuses mutilations. Ils étaient représentés couchés, les mains jointes ; le cénotaphe était orné de quantités de bas-reliefs, le tout en bronze. Lorsque le duché de Lorraine était encore occupé par les armées françaises vers la fin du XVIIe siècle, l'abbé commendataire et les moines, d'après Hugo, enlevèrent le tombeau de la place où il était au milieu du chœur et le trans-

1. Catalogue de 1869, n° 608.

portèrent dans le bras du transept septentrional. Puis, non contents de cela, ils enlevèrent les figures et les ornements de bronze doré et les vendirent à des fondeurs[1].

2° *Collégiale Saint-Laurent, à Joinville.*

Les statues funéraires de Ferri II de Lorraine, comte de Vaudémont († 1472), et de sa femme Yolande d'Anjou, duchesse de Lorraine et de Bar, reine de Jérusalem, Chypre et Sicile († 1483), étaient en cuivre, ils étaient couchés sur une tombe de marbre noir, haute de trois pieds et ornée de chiffres et d'écussons, les mains jointes dans l'attitude de la prière. Un ange placé sur une colonne de cuivre tenait au-dessus d'eux un casque ouvert en guise de couronne. Ce monument était au milieu du chœur et il est reproduit par Dom Calmet, le dessin est assez conforme au dessin fait par le dernier doyen de la collégiale, J.-F. Paillette, sauf la colonne qui sert de piédestal à l'ange, observe Jules Fèriel. Maître Laurens, fondeur à Nancy fut chargé de la fonte de monument par l'évêque de Metz, Henri de Lorraine, frère du défunt[2].

Le dessin du doyen Paillette représentant le tombeau de ce prélat a été conservé. Il était situé dans la chapelle Saint-Nicolas. Henri était représenté revêtu de ses habits pontificaux, agenouillé devant un oratoire, la tête tournée du côté de l'autel. Un enfant, placé auprès de lui, portait sa crosse épiscopale.

Le tombeau était en marbre et couronné par un dais gothique s'appuyant d'un côté contre l'angle du mur et de l'autre sur une colonne de cuivre artistement travaillée.

Par son testament en date du 16 avril 1496, le prélat avait laissé 600 écus d'or pour son tombeau qui est dû à Me Henrion Costerel de Troyes. Il mourut le 10 octobre 1505.

3° *Collégiale Saint-Georges, à Nancy.*

Sur un des piliers du chœur, le duc René II, pour perpétuer le souvenir de la défaite de son puissant ennemi Charles le Téméraire, fit mettre une plaque de bronze qui le représentait à genoux, la face tournée vers le grand autel ; au haut de cette plaque était cetteinscription[3] :

RENATI.
Ereptam Patriam Dux ensifer Ense recepit,
Qui divina fovens juris amator erat
VIATOR.

(Jean Pelegrin, chanoine de Toul, secrétaire du roi Louis XI, le géographe bien connu.)

1. *Journal de la Société d'archéologie*, p. 105. 1855.
2. *Notes historiques sur Joinville*. Paris, 32, 100, 103.
3. Lyonnois, *Histoire de Nancy*, I, 99.

La duchesse Marguerite de Gonzague, morte en 1632, fut enterrée dans la chapelle Notre-Dame, proche la grande porte, dans le tombeau de son mari « en habit de religieuse de Saint-Dominique ». On ne dit pas si le cardinal de Lorraine Nicolas-François, son exécuteur testamentaire, accomplit le désir exprimé par sa tante, d'avoir « son effigie en bronze, revêtue d'un habit de religieuse priant à genoux, mise et exposée derrière ou à côté de feu sadite Altesse[1] ».

4° *Église Notre-Dame, à Nancy.*

L'église Notre-Dame, aux pères de l'Oratoire, possédait un tombeau de bronze de très bon goût, haut de quatre pieds sur deux de large. Le piédestal de marbre noir avait aux angles des Termes ailés, ayant la gaîne à terre et la tête couverte d'un linceul. Il supportait un cénotaphe sur lequel était un coussin aussi de bronze, chargé de trois cœurs mis en triangle, au milieu desquels s'élevait une flamme. Ce coussin était soutenu par deux anges de même métal. Les panneaux du piédestal sont couverts par les ailes des Termes et par trois blasons qui permettent de reconnaître les princes dont les cœurs sont déposés dans cette église. Ce sont le comte Paul de Salm, sa femme Marie Le Veneur et leur fille Christine de Salm, épouse du comte de Vaudémont, François II (1632).

III. — Cathédrale de Metz.

Dans le collatéral septentrional, au pied de l'escalier de l'ancienne chaire à prêcher, s'élevait un magnifique tombeau en cuivre massif long de $1^{m},94$ sur lequel était gravée l'épitaphe de Nicolas de Hombourg, doyen, décédé en 1409.

Le chanoine archidiacre de Sarrebourg, Jean Préteur, avait un magnifique mausolée en bronze, dit Bégin. Il mourut en 1578.

Selon le même auteur, Jean Anet, vicaire général, doyen, mort en 1598, avait un fort joli petit mausolée en bronze, haut de $1^{m},30$, orné de deux colonnes d'ordre composite et des statuettes de saint Étienne et de sainte Catherine, le tout surmonté par un crucifix de bronze. Au pied de la croix, on voyait les figures en relief de la Vierge, de saint Jean et du chanoine en costume, dévotement agenouillé. Plus bas, se trouvaient les quatre docteurs de l'Église et à la partie supérieure les quatre évangélistes en médaillon ovale. Tout cet ensemble était d'un fort bon goût et bien exécuté.

Le chanoine archidiacre de Vic, Martin Pinguet, décédé en 1541, était dans la nef au bas de l'escalier de jubé. Il était représenté à genoux,

1. H. Lepage, *L'Insigne Collégiale Saint-Georges, à Nancy*. 1819. (*Bulletin de la Société d'archéologie*.)

les mains jointes, la face tournée vers la grande allée sur une énorme tombe en cuivre massif, comme celle de saint Gérard à Toul.

IV. — Cathédrale de Toul.

Au milieu du transept s'élevait « le tombeau de saint Gérard », lourde masse de cuivre ; le prélat, mitre en tête, crosse à la main, était couché sur son tombeau que soutenaient six pieds épais, aussi de cuivre. Ce monument de la piété des Toulois au moyen âge fut en 1761 brisé et vendu, et une simple inscription remplaça, au milieu d'un dallage uniforme blanc et noir, cette respectable antiquité. Le chanoine maître-fabrique Bernardin Pallas, qui présidait cette belle opération de dépeçage, eut la cuisse cassée par la chute du saint.

Ces monuments aux reflets chatoyants devaient admirablement orner nos vieilles églises ; ils étaient un véritable repoussoir à la nudité des murs. Plus tard, lorsque le genre noble et le style Pompadour envahirent nos églises, on ne comprit plus ces monuments ; on ne les examina plus qu'au point de vue matériel, on les vendit et le peu qui restait disparut en 1792. En cherchant à en faire connaître quelques-uns, j'ai voulu montrer que l'art de la fonderie était en honneur en Lorraine. C'est dans ce but que ce travail a été écrit.

M. Raoul GUÉRIN

A Paris.

ANCIENS POSTES A SIGNAUX DE LA PÉRIODE GAULOISE RELEVÉS EN LORRAINE

— Séance du 14 août 1886. —

Sous ce titre qui est peut-être ambitieux, j'ai l'intention de chercher à démontrer qu'avant l'occupation romaine les populations gauloises de notre sol étaient à même de communiquer entre elles et aussi à de grandes distances avec leurs voisins du Rhin ou de la Gaule belgique à l'aide de signaux simples tels que ceux que l'on peut obtenir par l'emploi de feux isolés ou combinés.

La recherche de ces postes à feu constitue le fond de cette note qui n'a d'autre prétention que de proposer un problème intéressant, et peu étudié, croyons-nous, jusqu'à ce jour.

Il semble superflu de rappeler que, soit par des cris, soit à l'aide de courriers se relayant entre eux, soit enfin en faisant usage de grands feux comme ceux qu'employaient naguère encore les populations kabyles, les Gaulois ont pu faire connaître, dans un laps de temps très court certainement, des nouvelles à de grandes distances. Qui ne se souvient du passage des *Commentaires* relatifs à la révolte de ceux de Chartres et au massacre des Romains habitant Orléans, nouvelle connue le soir même du jour jusqu'en Auvergne !

Bien que les populations gauloises ne paraissent pas, de prime abord, avoir laissé des souvenirs durables de leur séjour prolongé en Lorraine, ce que l'on peut attribuer à leur mode de construction en matériaux périssables et à la pratique de l'incinération des corps employée fréquemment, quoique pas toujours, il est certain néanmoins que nous possédons deux témoins précieux pour l'étude de la question qui nous occupe, en ce qu'ils fournissent une base d'opération à nos recherches.

Ces deux points sont, l'un, le plus éloigné : 1° le briquetage des marais de la Seille ; 2° le poste gaulois de la Trinité, point extrême sud-est de la côte de Malzéville près de Nancy.

Je dirai tout de suite, sans pousser la discussion plus loin que ne le comporte le cadre de ce petit travail, que je considère le briquetage des marais de la Seille, c'est-à-dire cet immense ouvrage composé de cylindres d'argile pétris à la main et destinés à établir un sol artificiel dans le marais entre Tarquinpol et Burthecourt et dont le volume dépasse, d'après les plus récentes recherches, *un million de mètres cubes,* comme une œuvre absolument gauloise, nullement préhistorique comme on l'a suggéré, et encore moins romaine.

Et j'ajouterai également que la tête de pont de cet ouvrage a été la colline dite le mont Saint-Jean, près de Moyenvic.

Jusqu'à ce jour, il n'a été fourni aucune preuve sérieuse du contraire de ce que j'avance et bien que M. le Dr Ancelon, notre regretté collègue, ait cru trouver, dans des ossements sciés, recueillis dans l'épaisseur du briquetage une preuve en faveur des Steinbergs de l'époque Lacustre, il n'a pu rencontrer aucun des éléments matériels reconstitutifs d'une époque qui s'est montrée si riche en documents archéologiques, notamment dans les lacs de la Suisse du Sud.

De tout temps la route naturelle de l'invasion dans notre pays a été la route de Dieuze vers Deux-Ponts, parce que cette direction vise un point où la chaîne des Vosges parvenue à son extrémité s'abaisse comme elle le fait du côté opposé, c'est-à-dire vers Belfort.

D'autre part, les populations du Toulois et du pays Messin, c'est-à-dire les *Leuci* et les *Mediomatrici,* ont habité surtout le massif calcaire,

sorte de promontoire élevé formé par les falaises jurassiques au pied desquelles se trouve Nancy et qui donnent à notre région son aspect si pittoresque. Dans de nombreuses vallées, fractures de ce promontoire, coulent, comme on le sait, un très grand nombre d'utiles cours d'eau.

Il est facile de comprendre que ce massif calcaire, déjà si habité pendant la période préhistorique, ainsi que je l'ai démontré depuis longtemps, était un véritable camp retranché avec ses murailles escarpées et ses défilés, et que l'on doive retrouver sur les bords de ces défenses naturelles, comme autant de vedettes ou de sentinelles avancées, des postes gaulois, camps ou simples vigies destinés à prévenir ou à avertir des populations nomades ou de pasteurs qui s'y trouvaient cantonnées.

Le poste de la Trinité près de Nancy est, sous ce rapport, un des plus curieux exemples qui nous soit resté de cette époque.

Connu dans le pays sous le nom de Gros mur, mur Gaulois, construit presque au sommet du cap Sud-Est de la côte de Malzéville, assez en saillie, ayant à son pied une source d'eau vive, il a été à différentes reprises l'objet de savantes dissertations.

M. de Beaulieu en a parlé et notre collègue M. Ch. Cournault lui a consacré une note substantielle dans le *Journal de la Société d'archéologie lorraine.*

Actuellement, ce qu'il en reste se compose d'un angle de mur construit en très gros matériaux entassés sans mortier ni crampons et s'élevant encore au-dessus du sol à plus de trois mètres; des fouilles faites à son pied n'ont pas trouvé ses fondations à quatre mètres de profondeur; du côté de la colline, il forme une muraille qui paraît s'y appuyer et dont on ne connaît pas l'étendue, mais qui présente le même mode de construction que les murs de l'Oppidum de Murceint, si connus. Sur cet ouvrage, qui n'est qu'une partie de la base d'une tour carrée, s'élevait incontestablement, suivant la mode gauloise, une haute charpente croisée en bois prolongeant l'édifice au-dessus du faîte de la colline.

Au-dessus de cette ruine, sur le sommet du plateau, se trouvent des sépultures gauloises à incinération et un large espace contenant sur une très grande épaisseur des cendres et des pierres calcinées, ainsi qu'un tertre artificiel composé des mêmes éléments.

Pourquoi cet ouvrage a-t-il été installé en cet endroit, posté comme à l'entrée de la vallée de la Meurthe et placé comme une vigie, éclairant l'immense plaine triasique qui s'étend jusqu'au pied des Vosges dont on aperçoit les sommets bleuâtres à l'horizon à 25 ou 30 lieues? Pour résoudre cette question, j'ai d'abord cherché sur la carte d'état-major, les points élevés, en relation directe avec le poste de la Trinité, en choisissant, autant que possible, les établissements romains, camps ou cités qui partout ont surmonté, en les bouleversant, des ouvrages gau-

lois, car il ne faut pas oublier ici encore cet axiome que les points stratégiques sont de tous les temps et de tous les peuples.

Or, ainsi qu'il est facile de s'en apercevoir de suite, plusieurs lignes de visées peuvent se rattacher à notre poste; en voici les principales :

L'une, partant de Sion, passant au camp d'Affrique rejoint directement la Trinité, ainsi que j'ai pu le vérifier pendant la nuit du 30 août 1874, par trois feux combinés placés sur ces hauteurs, chacun de ces foyers ayant consumé un stère de bois sec. Actuellement, à la vérité, on ne peut voir qu'une grande lueur à cause de la végétation qui couvre le camp d'Affrique et aussi parce que, là sans doute, il y avait aussi à cette époque un poste en charpente destiné aux signaux et élevant les feux à une hauteur suffisante.

Dans une direction opposée, le camp de Flabémont dont faisait partie évidemment le poste de la Trinité pour la défense du plateau de la côte de Malzéville, éclairait le sommet du grand mont d'Amance, relié d'une part au mont Saint-Jean, tête de pont du briquetage des marais de la Seille, sur Moyenvic, et d'autre part au mont Toulon, près de Jeandelaincourt, où se trouve un double ouvrage gaulois, concentrique et encore en parfait état.

Au nord de ce dernier point et se reliant à lui, nous trouvons le sommet de la côte de Mousson, une des défenses du Serpannais à l'époque romaine.

Parvenu en cet endroit, il importe de s'y arrêter un instant, car la vue y est magnifique et s'étend au loin sur la vallée de la Seille et sur les hauteurs qui la limitent à l'horizon. Parmi les sommets importants que l'œil découvre, il en est deux qui apportent de nouveaux documents et qu'il faut retenir. Le premier est Metz dont 32 kilomètres nous séparent et dont la ceinture de hauteurs s'aperçoit parfaitement. Disons en passant que le champ de bataille de Gravelotte voit Mousson. En exécutant sur place une rotation d'un quart de cercle, on aperçoit le mont Saint-Michel, une des défenses du Toulois. Joignant maintenant ce dernier sommet à la côte Chapion au sud de Toul et de là, par la bosse de Crépey, à la montagne de Sion, nous aurons ainsi obtenu un quadrilatère absolument éclairé en termes militaires, constituant ainsi une ligne de surveillance et de protection, s'étendant de la Haute à la Basse-Moselle et dont l'action a pu être portée beaucoup plus en avant; car du sommet de Sion, nous apercevons le Léomont, près de Lunéville et plus à l'orient, les Vosges qui ne sont plus qu'à 15 lieues environ et qui évoquent en nous le souvenir du Donon, la Montagne sacrée, et celui du Tannichel, l'entassement cyclopéen ; de là, nous touchons presque Argentoratum et le Rhin.

De l'enceinte que nous venons de tracer si rapidement, il n'est pas un

seul point que nous n'ayons visité et vérifié soigneusement, il n'en est pas un seul non plus qui n'ait à un moment donné livré des preuves de son occupation à l'époque gauloise, travaux de défense, monnaies, armes ou sépultures.

En outre, dans cette même enceinte, nous trouvons contenus camps et villages; citons parmi ceux qui sont le plus près de nous et qui sont demeurés intacts : le camp de Champigneulles, cité par M. de Beaulieu, retrouvé et exploré par M. le Dr Bleicher, et le village situé à droite de la source de Clairlieu, sous bois, village que j'ai exploré aussi il y a bien des années; les chemins gaulois, de la Belle-Fontaine au plateau des Quatre-Vents et celui du même point vers les premiers Ponts-de-Toul, discutés et reconnus par feu Mr Peignié-Delacour.

D'après mes nombreuses excursions sur ces mêmes hauts plateaux, à la recherche de stations de l'homme préhistorique et au cours desquelles j'ai réuni près de 6,000 silex taillés, je déclare également que les Gaulois ont remplacé directement les autochthones, comme cela a été constaté sur d'autres points du territoire français et qu'ils ont eu d'étroits contacts avec les populations dites du premier âge du fer, si même ils ne se les sont pas assimilées.

M. le Chevalier da SILVA

Architecte de Sa Majesté le roi de Portugal, à Lisbonne.

SIGNIFICATION DES SIGNES GRAVÉS SUR LES PIERRES DES ÉDIFICES DU MOYEN AGE

— Séance du 16 août 1886. —

En faisant connaître le résultat de nos recherches sur l'interprétation qu'on peut donner aux différents signes avec lesquels les ouvriers tailleurs de pierre ont marqué les pierres des édifices qui ont été bâtis en Portugal pendant le moyen âge, et qui existent, non seulement sur les monuments religieux, mais aussi sur les bâtiments civils, c'est dans l'intention de tâcher de découvrir si la signification supposée qui leur a été attribuée est ou non la véritable. On les a regardés comme des signes symboliques, vu que dans ce temps-là les ouvriers tailleurs de pierre et les maçons étaient rassemblés et initiés secrètement dans les mystères difficiles de leurs métiers. De cette manière ils étaient seuls capables de construire ces hardis édifices, ces monuments extraordi-

naires qui excitent encore aujourd'hui notre grande admiration ; malgré que ce ne soit plus un mystère de connaître les règles de la stéréotomie, ni la manière de donner la stabilité nécessaire pour assurer la solidité de ces grandioses édifices, que nous ont laissés les générations éteintes du XIe au XIVe siècle, et qui méritent nos tributs d'éloges pour les travaux qu'ils ont exécutés à cette époque.

Désirant connaître à fond l'origine de l'invention de ces signes, il est de notre devoir d'éclaircir ce point autant que possible ; et pour le rendre plus facile nous avons comparé un grand nombre de ces marques, que nous avons copiées sur plusieurs édifices qui existent dans ce pays, et par leur comparaison on aura aussitôt la preuve que ce que quelques personnes avaient pensé sur cette question assez confuse était dénué de tout fondement ; ce qu'il faut sans doute attribuer à l'absence d'un travail comparatif pour aider à trouver quelle serait la signification de ces divers signes. Nous n'avons pas la vanité de déchiffrer cette énigme, mais tout simplement de tâcher de faciliter le moyen pour qu'une autre personne plus intelligente et plus érudite puisse résoudre cette question si problématique jusqu'à présent.

La première chose à remarquer, c'est que tous les signes gravés sur ces différents édifices ne sont pas identiques. Presque tous les archéologues sont d'accord sur la fondation de ces sociétés maçonniques, qui étaient chargées de faire ces constructions, et qui jouissaient de tant de considération jusqu'à recevoir la très puissante protection des ordres religieux, et encore celle des princes et des papes.

En second lieu, pourquoi ces ouvriers francs-maçons, qui marchaient tous ensemble pour aller exécuter leurs travaux, même ceux de leur pays et ailleurs, se transportant, avec leurs familles, dans les pays étrangers, auraient-ils mis ces signes sur les pierres, puisque tous leurs compagnons se connaissaient pour leurs associés ? Car il n'y avait que les initiés ou affiliés à leurs loges qui étaient admis à prêter concours à faire ces belles constructions, et pouvoir de cette manière se protéger réciproquement, comme de loyaux frères, et surtout conserver entre eux les secrets de leur métier. Pourquoi donc montrer ces marques à tout le monde, si c'était (comme on dit) dans l'intention de se reconnaître pour franc-maçon, si tous ces ouvriers se connaissaient déjà pour frères ? Et d'ailleurs leur était-il permis de rendre publics ces signes, s'ils étaient réellement ceux du Rite dans lequel ils avaient été initiés ?

En dernier lieu, si ces signes étaient positivement caractéristiques de l'ordre maçonnique, ils devaient sans aucun doute paraître identiques sur tous les édifices, parce que le cadre hiéroglyphique, étant composé d'un certain nombre de figures, et la maçonnerie n'ayant au

commencement qu'un seul Rite, ils les auraient employés dans les cas urgents pour se reconnaître, ou se correspondre, mais jamais pour s'en servir inutilement, et les exposer aux regards du public ou des profanes.

De la réflexion attentive sur toutes ces objections, et aussi parce qu'il existe une si grande diversité de ces signes, nous croyons déduire une preuve assez positive pour nous convaincre que ces figures ne sont nullement symboliques, et ne sauraient avoir aucune signification complète ; car, pour cela, il aurait fallu que ces signes fussent gravés dans un certain ordre ; cependant on ne trouve cela aucunement sur les édifices que nous avons examinés, *et dont nous présentons les marques :* on les voit au contraire placés sur des pierres à différentes hauteurs et sans qu'ils aient aucun rapport entre eux, et d'ailleurs un grand nombre se trouvent placés dans une position contraire, malgré qu'ils soient semblables pour la forme. Nous nous réservons d'expliquer ici après la raison de cette ressemblance des signes entre eux, ainsi que le motif pour lequel les mêmes signes se trouvent plusieurs fois répétés sur quelques-uns de ces monuments.

Il est hors de doute que l'habitude de graver ces marques sur les édifices au moyen âge en Portugal était une chose très nécessaire, car on ne saurait supposer que cette constante répétition ne fût qu'une puérilité, ou que ce fût un sot amusement de la part de tant d'ouvriers de marquer des pierres en si grand nombre, et sur tous les édifices, sans qu'il y ait pour cela une nécessité obligatoire. Nous tâcherons dans ce mémoire de donner une explication plausible, en attendant une autre plus convaincante ; nous offrons celle qui nous a le plus frappé dans nos recherches minutieuses ; si elle ne satisfait pas entièrement les amis de la science, peut-être appellera-t-elle l'attention des personnes plus compétentes, qui la feront dériver d'une autre origine, et dont les érudites démonstrations par leur véracité entraîneront la conviction de tous.

L'architecture ogivale a élevé ces constructions extraordinaires dans les pays catholiques au moyen âge, à l'époque où la foi était dans toute sa vigueur ; et quand même le sentiment religieux des peuples n'aurait pas été si exalté, les artistes et les ouvriers de cette époque n'auraient pu exécuter ces édifices, bâtis d'une manière si admirable par la hardiesse de leur conception, et par la difficulté de leur travail, et leur donner en même temps cette agréable harmonie qu'on observe dans ces grandioses constructions ; cela étant dû au constant accord et à l'obéissance passive établie parmi les différents artistes et les ouvriers désireux de mettre en pratique les beaux plans de l'habile maître maçon ; tous étant alors également pénétrés de ce sentiment religieux,

qui avait tant d'empire sur les idées des habitants de l'Europe à cette époque.

Pour pouvoir exécuter des travaux aussi importants, il était nécessaire d'avoir beaucoup d'ouvriers, d'autant plus qu'on faisait de semblables travaux en plus d'un pays, et presque en même temps, et pour l'exécution desquels on donnait la préférence aux ouvriers les plus habiles, et ceux-là étaient précisément de la Société des francs-maçons ; pour ce motif ils étaient recherchés partout pour ces constructions.

Quoique le nombre de ces adeptes fût considérable, cependant il en fallait davantage pour satisfaire à tant de travaux en train d'exécution : c'est pourquoi ils ont été appelés à venir aussi travailler aux monuments du Portugal, avant et pendant les travaux de l'église et du couvent de Batalha.

Il y a encore une autre raison bien plus forte pour confirmer l'opinion que nous allons donner sur cette question, c'est que les travaux ne marchaient pas bien vite, non seulement à cause des grandes dimensions données à ces édifices, mais surtout parce qu'on employait des pierres de taille de petit volume, et toutes ces constructions étaient faites avec des pierres, des parements faits sur toutes leurs faces, ce qui augmentait considérablement la main-d'œuvre ; le seul moyen dont on s'était avisé pour éviter cet inconvénient, et pour activer les travaux et en même temps pour fournir plus de gain aux ouvriers, c'était de leur donner à forfait la coupe de ces pierres, d'après les dimensions données et ornées suivant les dessins de l'architecte. Cependant, pour faire les paiements à un si grand nombre d'ouvriers sans se tromper, pour savoir au juste ceux qui avaient fait les différents ouvrages dont ils étaient chargés, car on ne pouvait perdre du temps à attendre que toutes les pierres fussent prêtes avant de commencer à les mettre en place, les ouvriers façonnaient leurs pièces les unes après les autres, et pour éviter de changer leur travail l'un par l'autre, les tailleurs de pierre avaient l'habitude de marquer leurs pièces d'un signe convenu, comme représentant leur signature ou paraphe, pour qu'on sût combien il leur était dû pour leur travail. Voilà la raison, selon nous, pourquoi on remarque tant de signes différents, non seulement sur le même monument, comme sur les autres qui existent en différentes provinces du Portugal, et pourquoi ils se trouvent sur ces pierres en divers endroits. Car les maçons, ne pouvant attendre que le même tailleur de pierre achevât toutes les pierres d'une même assise, pour remplir des murs si gros, ce qui aurait été impossible, à proportion qu'il finissait les pierres commandées, on lui en faisait commencer d'autres pour un autre endroit, et pour être posées plus haut, puisque d'autres ouvriers

étaient en train de préparer les autres pierres qui devaient se joindre à celles que leurs compagnons avaient achevées antérieurement.

A cette époque, le peuple ne savait pas écrire, et pour cela les ouvriers étaient obligés de se servir de certains griffonnages qui désignaient chaque individu en particutier ; cet usage passait de père en fils, de la même manière, c'était l'habitude dans ce temps-là (comme encore aujourd'hui dans beaucoup de familles) que les fils exerçassent le même métier que leurs pères. Voilà encore une raison de plus pour nous faire croire d'après des signes pareils qu'on voit sur les édifices des provinces du Portugal, que les tailleurs de pierre d'une telle localité (et par la date de l'édifice il sera facile de savoir où l'ouvrier a été d'abord employé), ont aussi pris part à la construction de tel monument du même style dans cet endroit.

Notre supposition sur ce point nous conduit encore plus loin ; car elle nous fait connaître aussi combien d'ouvriers de la même famille, c'est-à-dire, ayant un même surnom, auraient travaillé au même édifice et à la même occasion : et pour parvenir à savoir cela, il suffit de remarquer la seconde marque ajoutée au signe spécial qu'ils avaient adopté pour eux ; laquelle sera alors identique pour tous leurs parents; ces signes seront indiqués par un zéro 0, un triangle Δ, un disque ⊙, une petite croix †, et un trièdre Δ, joint à cette figure ou séparé d'elle.

Nous pouvons aussi nous assurer si le même ouvrier a fait tout seul un ouvrage complet. Dans ce cas on trouvera sur la pierre un signe seulement ; exemples qu'on voit dans les parties isolées de la construction, ou sur des objets de petite dimension, comme on remarque sur la jolie porte de chambre à coucher de S. M. la Reine et celle des appartements de S. M. le roi D. Ferdinand dans le palais royal de Cintra.

On pourra nous faire une objection sur la manière dont nous prétendons expliquer le motif pour lequel on a mis les signes sur les pierres des édifices construits pendant le moyen âge ; car s'ils étaient posés, d'après notre conjecture, pour que ces signes servissent à montrer combien de pierres chaque ouvrier avait façonnées par semaine pour le même monument, et savoir par leur nombre ou cubage quelle devait être la somme à recevoir pour son travail ; alors si cette marque avait été mise expressément pour cela, elle aurait dû être posée sur toutes les pierres. A cette observation, qui paraît avoir quelque fondement, nous répondons sans hésitation, que ce n'est pas une raison si les marques ne sont pas apparentes sur toutes les pierres, car elles peuvent se trouver sur les faces cachées dans l'épaisseur des murs, comme nous avons remarqué sur le portail de la vieille cathédrale de Coimbra, ayant ces signes cachés derrière les fûts des colonnes, et ils ne seraient pas

apparents aujourd'hui, si ces fûts ne fussent pas cassés ; mais nous croyons ce soin inutile, puisqu'il suffit de compter le nombre de pierres qui se trouvent séparées par deux signes différents, pour avoir une idée exacte de la somme que ces pierres pouvaient rapporter à chacun des ouvriers au moment où l'on construisait l'édifice.

Il ne doit pas non plus nous surprendre de voir sur ces pierres les signes mis de travers, car cela dépendait de la position qu'avait la pierre à façonner, mise vis-à-vis de l'ouvrier à l'instant où il finissait son travail; et comme cette marque n'avait aucun rapport avec celles de ses compagnons, il n'y avait absolument aucune signification maçonnique, il lui était très indifférent que ce signe fût mis sur un côté quelconque de cette même pierre ; comme c'était aussi la dernière chose à faire avant de la mettre en place, l'ouvrier la marquait selon la position où elle se trouvait sur son chevalet, ne voulant pas se donner la peine de tourner la pierre pour choisir le côté convenable pour mettre son signe. Cela vient encore à l'appui de notre conjecture, comme la plus naturelle sous quelque rapport qu'on la considère.

Quand un même tailleur de pierre faisait toutes les pièces d'une colonne, ou un chambranle de porte, ou de fenêtre, alors on voit la marque sur la base ou le socle, qui était la place choisie pour mettre le signe adopté par l'ouvrier ; cela n'empêche pas que l'on voit sur l'autre colonne ou chambranle de la même baie, une autre marque différente ; car cela nous dit clairement qu'un seul ouvrier a façonné cette partie de l'ouvrage, et que pour cela on ne trouve aucun autre signe sur les autres pierres qui composaient ce travail. Examiner les belles fenêtres de la façade du palais royal de Cintra.

Il n'en est pas de même cependant pour les pierres qui forment les arcs des voûtes ou les arcs-boutants ; car chaque pierre a un signe différent, attendu que ces pierres sont taillées d'après les modèles de panneaux, de sorte que plusieurs ouvriers pouvaient faire ce travail en même temps ; car comme il était nécessaire d'employer ce moyen pour ne pas faire attendre cette partie de la construction dont dépendait la continuation des travaux ; donc il n'est pas étonnant de voir sur chaque pierre un signe spécial, comme il était d'usage de faire ; voilà encore un autre exemple qui vient appuyer notre opinion ; celle de pouvoir connaître combien il était dû aux ouvriers pour le travail par eux façonné, pour qu'on pût leur donner le paiement correspondant.

Finalement, comment pourrait-il être que ces signes soient ceux des ouvriers francs-maçons, quand on les a mis sur les pierres de plusieurs monuments construits avant que leurs confréries fussent organisées !

Pour les signes hiéroglyphiques plus anciens de la Maçonnerie, qu'on trouve, dans les livres imprimés, on remarquera tout de suite la grande

différence qu'il y a dans la configuration de ceux que les ouvriers du moyen âge nous ont laissés gravés sur les pierres; cependant, si ces marques avaient quelques rapports avec les signes symboliques appartenant à l'ancien rite maçonnique, nécessairement la plupart d'entre eux, même gravés avec beaucoup d'imperfection, devaient sans doute paraître tant soit peu semblables à ceux que l'ordre des francs-maçons avait adoptés. Une autre indication très positive que ces signes n'appartiennent pas à l'ordre maçonnique, c'est que les ouvriers ont marqué quelques pierres sur différents édifices, avec des signes imitant les caractères romains, onciales et gothiques! Comment pourrons-nous expliquer cette façon inusitée d'indiquer de cette manière sur les pierres que ces ouvriers étaient des francs-maçons? Cela ne viendra-t-il pas donner encore plus de force à notre opinion? Démontrant que tous ces signes ont été faits par pure fantaisie, pour servir au but que nous avons exposé, que ces signes servaient uniquement aux tailleurs de pierre qui ne savaient pas écrire, de moyen pour marquer le travail qu'ils faisaient; tandis que ceux, qui étaient plus intelligents et connaissaient déjà la valeur des lettres, auront alors marqué avec les lettres initiales leurs noms ou leurs surnoms pour désigner quelles étaient les pierres par eux façonnées.

Nous laissons à l'impartialité des personnes adonnées à ces recherches, de faire cette comparaison avec les signes sur les pierres des monuments anciens, qui ont été bâtis dans ce pays, par ce moyen elles pourront former leur jugement sur ce point de l'archéologie, que nous présentons au Congrès pour servir d'étude sur les antiquités de ce royaume. Cette question dans son genre n'est pas la moins intéressante à résoudre sur l'histoire de l'art en Portugal.

M. Ed.-F. HONNORAT

A Digne (Basses-Alpes).

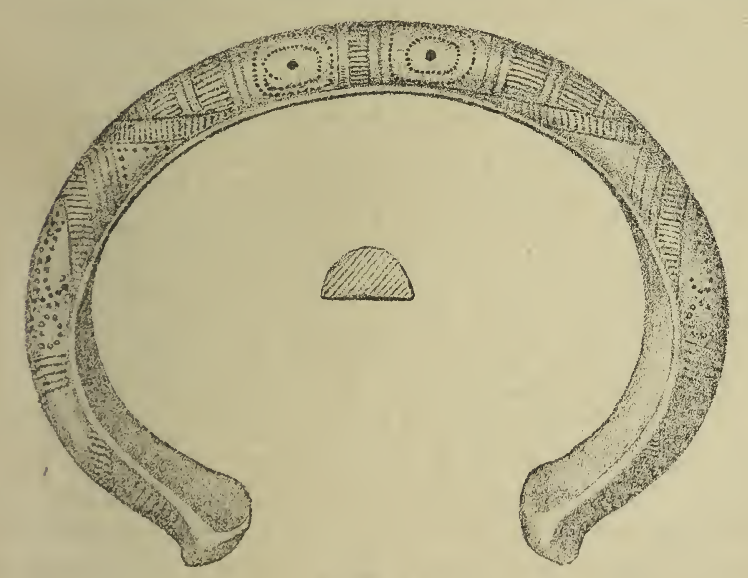
BRACELETS PRÉHISTORIQUES EN BRONZE

— Séance du 18 août 1886. —

Il y a quelques années, en construisant le chemin qui mène de Digne à Courbons par le coteau de Najonc, et passant au-dessus de la gare de notre ville, des ouvriers piémontais, occupés au chantier, découvri-

rent une tombe de l'âge du bronze. Ces ouvriers gardèrent leur découverte secrète et s'emparèrent des objets trouvés dans la tombe. J'ignore à quel endroit précis cette découverte fut faite ; j'ignore aussi le détail exact des objets composant le mobilier funéraire du mort, dont les ossements ont été malheureusement dispersés et perdus pour la science. Grâce à l'obligeance d'un ami, M. Giraud, géologue, j'ai pu cependant avoir, provenant de cette tombe, deux bracelets en bronze que cet obligeant ami voulut bien acquérir pour mon cabinet. Le squelette était orné, paraît-il, de beaucoup d'autres anneaux également en bronze. Leurs heureux possesseurs leur ayant fait des entailles et croyant qu'ils étaient en or, ils s'empressèrent d'en nettoyer un certain nombre en leur enlevant la riche couche de vert-de-gris qui les recouvrait. Je suis heureux de pouvoir vous décrire ces bracelets d'après les deux spécimens qui ornent mon cabinet, et d'en mettre les dessins sous vos yeux.

Ces bracelets sont massifs et fort pesants, non fermés, et formés d'une tige pleine régulièrement triangulaire, à face intérieure plate et unie, à faces extérieures ornées, arrondies au sommet du triangle où elles se rejoignent, et à extrémités munies d'un bourrelet. Je mets sous vos yeux des dessins de ces anneaux. Quelque imparfaits qu'ils soient,



Bracelet n° 1.

et mieux que de longues et arides descriptions, ils vous montreront, sous deux aspects différents, à peu près de grandeur naturelle, la forme de ces anneaux et la manière dont ils sont ornés. La figure 1 *bis* reproduit, en outre, le bracelet n° 1, vu de face et développé, pour

mieux faire voir les dessins qui décorent ces anneaux. Ces dessins sont géométriques et fort simples, mais ils ne manquent ni de grâce ni de bon goût. Quelques parties seulement sont un peu usées. A quelques détails près, les ornements du bracelet n° 2 sont les mêmes que ceux du n° 1.

Le bracelet n° 1 a 7cent,55 dans son plus grand diamètre et 5cent,5 dans son plus petit, en supposant l'ovale fermée.

Le plus grand diamètre du second bracelet est de 7 centimètres ; le plus petit, en supposant la courbe fermée, est de 5cent,8.

Vus de face, la largeur des deux bracelets est exactement la même, à peu près partout, chez les deux, de 1cent,5. L'épaisseur de l'anneau est de 7 millimètres, chez le plus grand comme chez le plus petit.

Les deux anneaux sortent évidemment d'un même moule et le même artiste les a ornés. Leur développement donne une longueur identique chez les deux, mais ils ont été inégalement recourbés ; de là la différence d'ouverture qu'ils présentent (de 3cent,5 chez le n° 1, de 3cent,35 chez le n° 2). Leurs extrémités, ai-je dit, sont un peu renflées et semblent avoir comporté des attaches pour mieux les fixer.

Les ornements de ces bracelets n'ont pas été reproduits par le moule. Ils ont été gravés en creux au burin par un ouvrier habile et certainement artiste. En regardant les dessins de face on voit combien ces ornements sont régulièrement gravés, bien que quelques traits, là où les deux faces du bracelet se rejoignent, au sommet, ne correspondent quelquefois pas bien. Les ornements aussi bien que la forme de ces anneaux témoignent d'un art fort avancé.

Quelque peu importante que soit la découverte dont je viens de vous entretenir, elle n'en est pas moins très précieuse sous tous les rapports, et surtout pour l'histoire des habitants primitifs du bassin de la Bléone, et en particulier de Digne. Cette tombe, à ce que je sache, est la seule de l'âge du bronze que le sol de notre cité, si antique cependant, ait encore livrée. On sait, en effet, que Digne est une des plus anciennes villes de la contrée, souvent citée par les géographes de l'antiquité, et son nom celtique de *Dinia* (*Din ia*) ferait même allusion, dit-on, aux eaux thermales situées non loin de la ville actuelle.

Je ne me permettrai cependant aucune conjecture sur l'âge réel de cette tombe ; je réserve mon opinion pour la formuler un peu plus tard dans quelques idées d'ensemble sur les différents objets en bronze de tombes préhistoriques découvertes dans le reste des Basses-Alpes. Aujourd'hui mon opinion personnelle serait encore prématurée.

M. JACQUOT

Ancien professeur et chef d'institution, à Nancy.

LA QUESTION DU BRIQUETAGE DE LA SEILLE

— *Séance du 18 août 1886.* —

Le *Briquetage* de la Seille, ou le *Briquetis,* suivant le mot dont a fait usage plus volontiers Dom Calmet, c'est cette construction céramique si singulière qui se trouve le long de la Seille, dans les prairies marécageuses et fréquemment inondées qui environnent Vic et Marsal, surtout près des sources salées.

On s'accorde à reconnaître que cette construction, rare en son espèce, remonte à la plus haute antiquité. La Sauvagère, qui en a fait la découverte sous le règne de Stanislas, voyait en cela un ouvrage de la voirie romaine, pouvant dater d'Auguste ou de Constantin. Dupré, de Moyenvic, pensa que c'était plutôt un travail des Francs, et il le date des Mérovingiens. MM. de Saulcy et Digot, nos archéologues si érudits, ont incliné à croire que ce monument fut d'origine gauloise. Et il s'est rencontré même un archéologue plus hardi, qui est allé jusqu'à l'attribuer aux Phéniciens, qui furent les inventeurs des routes pavées (*Strata viarum*) et qui jadis ont exploré la Gaule, soit pour les gisements salifères, soit pour des mines quelconques, ou pour autre but mercantile.

Voilà quatre opinions bien tranchées, déjà émises au sujet du briquetage. Mais il faut avouer que la question n'est pas résolue. C'est vainement que l'on essaye d'expliquer le briquetage de la Seille, depuis déjà plus d'un siècle. Il y a donc lieu de le remettre à l'étude ; et jamais on ne pourra le faire dans une circonstance aussi propice qu'aujourd'hui, alors que se tiennent les assises d'une assemblée particulièrement docte, ou devant les savants si nombreux et si éclairés dont se compose en 1886 le *Congrès de Nancy*. Il y a même urgence à profiter, pour cela, du passage en nos murs de tant de savants rassemblés des divers pays. Les lumières de tous ont besoin d'être consultées. Car le Briquetage, il faut le répéter, demeure une énigme de la plus grande obscurité, malgré toutes les données et les progrès de l'archéologie.

Mais, pour faciliter la solution du problème, disons clairement d'abord de quoi il s'agit.

Le *Briquetage de Marsal* fut trouvé par La Sauvagère, dans les fouilles

souterraines que ce savant ingénieur dirigeait autour de cette petite place de guerre. Il est disséminé sur une largeur de plus de mille mètres, dans les marais profonds qui s'étendent sur les deux rives de la Seille, à l'endroit qui forme la partie basse de la vallée.

C'est un ouvrage unique en son genre, immense dans ses proportions, extraordinaire malgré sa simplicité, et remarquable surtout par cette simplicité même. Qu'on se figure une couche composée de morceaux d'argile cuits au four, après avoir été pétris avec la main, qui leur a donné les formes les plus diverses. Ils sont droits, courbes, cylindriques, triangulaires, coniques et parallélipipèdes. La forme allongée qui leur est propre, se rapproche tout à fait de celle des concombres que les jardins produisent ; et les morceaux les plus petits sembleraient, par leur imitation très exacte, constituer des cornichons de pierre, ou plutôt de brique.

Les plus grands ont une longueur de 0m,28 à 0m,30 seulement. Quelques-uns sont d'une cuisson très imparfaite, comme s'ils n'avaient fait que durcir à l'air ou au soleil. La plupart sont d'un rouge vif et d'un grain serré, à peu près dans le genre de la brique ancienne ou de la tuile romaine. C'est une bâtisse étrange, et jusqu'ici incompréhensible.

La couche que forme ce Briquetage est d'une épaisseur moyenne de 1m,75, ou de 5 à 6 pieds. Aucun ciment n'agglomère ses matériaux, qui s'entassent l'un sur l'autre, dans le sol même, sans autre mortier que la terre naturelle.

Depuis des siècles, cette assise de briques manipulées se maintient à la surface d'un marais. Elle y offre une si grande solidité, que l'on n'a pas craint de construire une place forte, la petite ville de Marsal, sur ce fondement à jamais assuré.

Ceci nous offre l'occasion de remarquer, en passant, la frappante analogie qu'ont les deux noms de MARSAL et MARSEILLE, villes qui sont toutes deux très anciennes en Gaule. Peut-être y verra-t-on un indice de plus, pour conclure à la très haute antiquité du Briquetage gaulois, ou pour lui assigner une origine phénicienne, sans dépasser la vraisemblance. Mais ce côté de la question est du domaine exclusif des savants.

Ce n'est pas à Marsal seulement, que le Briquetage se trouve ; car il existe encore à Moyenvic, à Vic-sur-Seille, à Burthécourt et à Salonne. On l'aperçoit même aux environs de Blanche-Église, de Dieuze, de Mulcey ; et on le soupçonne vers Salival, Saléaux ou Lezey. Mais c'est à Marsal qu'on l'a primitivement découvert.

De là, son nom de *Briquetage de Marsal,* introduit par La Sauvagère, avant son nom nouveau de *Briquetage de la Seille,* introduit plus exactement par Beaulieu. Mais le nom le plus juste à lui donner serait peut-être celui de *Briquetis,* qui a obtenu la préférence de Dom. Calmet.

On a calculé que le Briquetage, dans toutes ses parties réunies, recouvre une surface de 333,000 mètres carrés ; et sa masse forme un volume de 100,000 mètres cubes. Quel prodigieux travail, bien fait pour étonner même aujourd'hui malgré nos conceptions hardies !

Actuellement, le Briquetage est devenu souterrain. Il est arrivé à se recouvrir d'un second marais, que le temps a formé peu à peu.

Les inondations de la Seille, qui est très boueuse de nature, y ont continuellement déposé leur vase. Les herbes aquatiques y ont végété sans cesse, en y accumulant leur pourriture annuelle. Et c'est ainsi que le marais superficiel s'est produit au-dessus du Briquetage, qui est un marais consolidé.

Il y a donc aujourd'hui deux marais distincts ; et c'est le Briquetage qui forme leur séparation. Le plus inférieur, ou le plus ancien, n'est qu'une vase extrêmement gluante, et qui n'a point de fond : il règne par-dessous le Briquetage. Le plus récent, celui qu'on voit à la surface du sol et que les alluvions grossissent chaque jour d'épaisseur, a communément 7 et 8 pieds de hauteur. Quelquefois même, il en a 9, 10 et jusqu'à 11 ; ce qui approche alors d'une épaisseur de 4 mètres. Mais l'épaisseur normale varie entre 2 et 3 mètres.

Tel est le *Briquetage de la Seille,* ancien monument de la Gaule, et perpétuelle énigme dans la science. Il est digne, assurément, d'occuper le Congrès de Nancy, qui seul a qualité pour en donner l'explication. Ce champ d'études n'est qu'à 5 lieues de Nancy, et la voie ferrée y peut conduire en quelques heures. L'historien, l'archéologue, le géologue, l'architecte et l'ingénieur militaire ou civil ont un égal intérêt à étudier *de visu* le problème. La présente notice n'a eu pour but que d'appeler leur commune attention sur ce sujet, ténébreux jusqu'ici pour les savants eux-mêmes, et qu'un aréopage spécial, tel que le *Congrès scientifique de Nancy,* peut seul élucider.

Le Briquetage a-t-il été construit pour la *voirie* ou pour l'*industrie ?* Voilà le dilemme.

A-t-il été fait pour empierrer et consolider le terrain ? C'est l'avis de La Sauvagère ;

A-t-il été fait pour exploiter les sources salées ? C'est l'avis de Dupré et Louis Busy ;

A-t-il été fait pour servir à une tuilerie romaine ? C'est l'avis du Dr Ludwig, de Darmstadt ;

Vient-il des Romains, des Francs, des Gaulois, ou des Phéniciens ? C'est le point à débattre.

La parole est donnée, sur tous ces problèmes, si ardus et si épineux, à MM. les savants, si nombreux dans chaque spécialité, qui font partie aujourd'hui du *Congrès de Nancy.*

TABLE ANALYTIQUE

Dans cette table les nombres qui sont placés après l'astérisque * se rapportent aux pages de la 2e partie.

TABLE DES MATIÈRES

SECONDE PARTIE

NOTES ET MÉMOIRES

TABLES.

ERRATA

Dans la première partie des comptes rendus, communication du Dr Girard à la section d'hygiène :

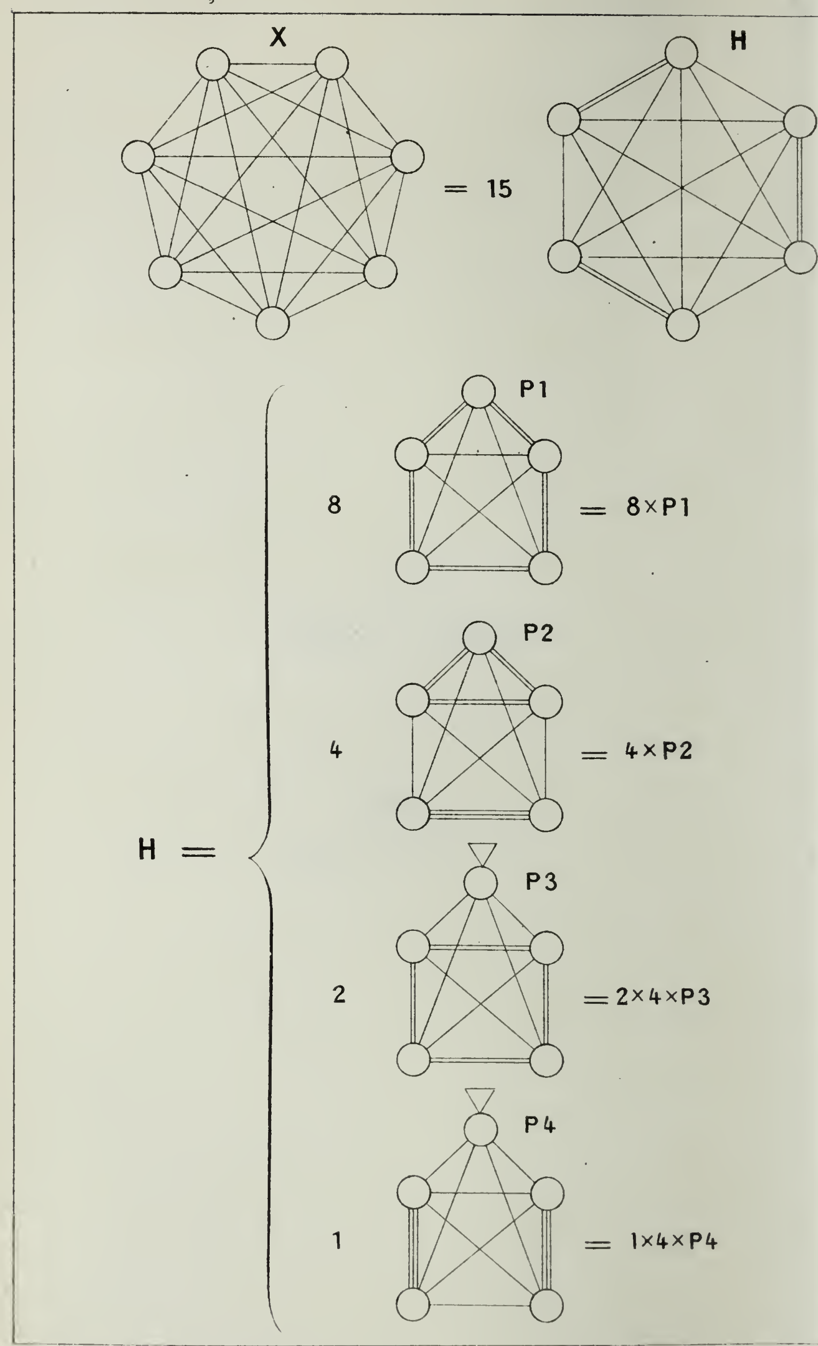
Page 267, ligne 8 :

Au lieu de : On a pu inaugurer depuis deux ans, *lire :* On avait étudié depuis deux ans.

Page 168, ligne 37 :

Au lieu de : Or jamais on n'a observé un seul cas de fièvre typhoïde chez les paysans, *lire :* Il ne semble pas qu'il y ait plus de fièvres typhoïdes dans la banlieue de Grenoble que dans les communes avoisinantes.

Nancy, imprimerie Berger-Levrault et Cie.



Gravé par E. Morieu, 45 r. Vavin, Paris.

TARRY___PR

$P_1 =$ 6 Q 1 $= 6 \times Q1$; 4 Q 3 $= 4 \times 4 \times Q3$; 4 Q 2 $= 4 \times Q2$; 1 Q 4 $= 1 \times 4 \times 4 \times Q4$

$P_2 =$ 8 Q 1 $= 8 \times Q1$; 4 Q 3 $= 4 \times 4 \times Q3$; 2 Q 5 $= 2 \times Q5$; 1 Q 6 $= 1 \times 4 \times 4 \times Q6$

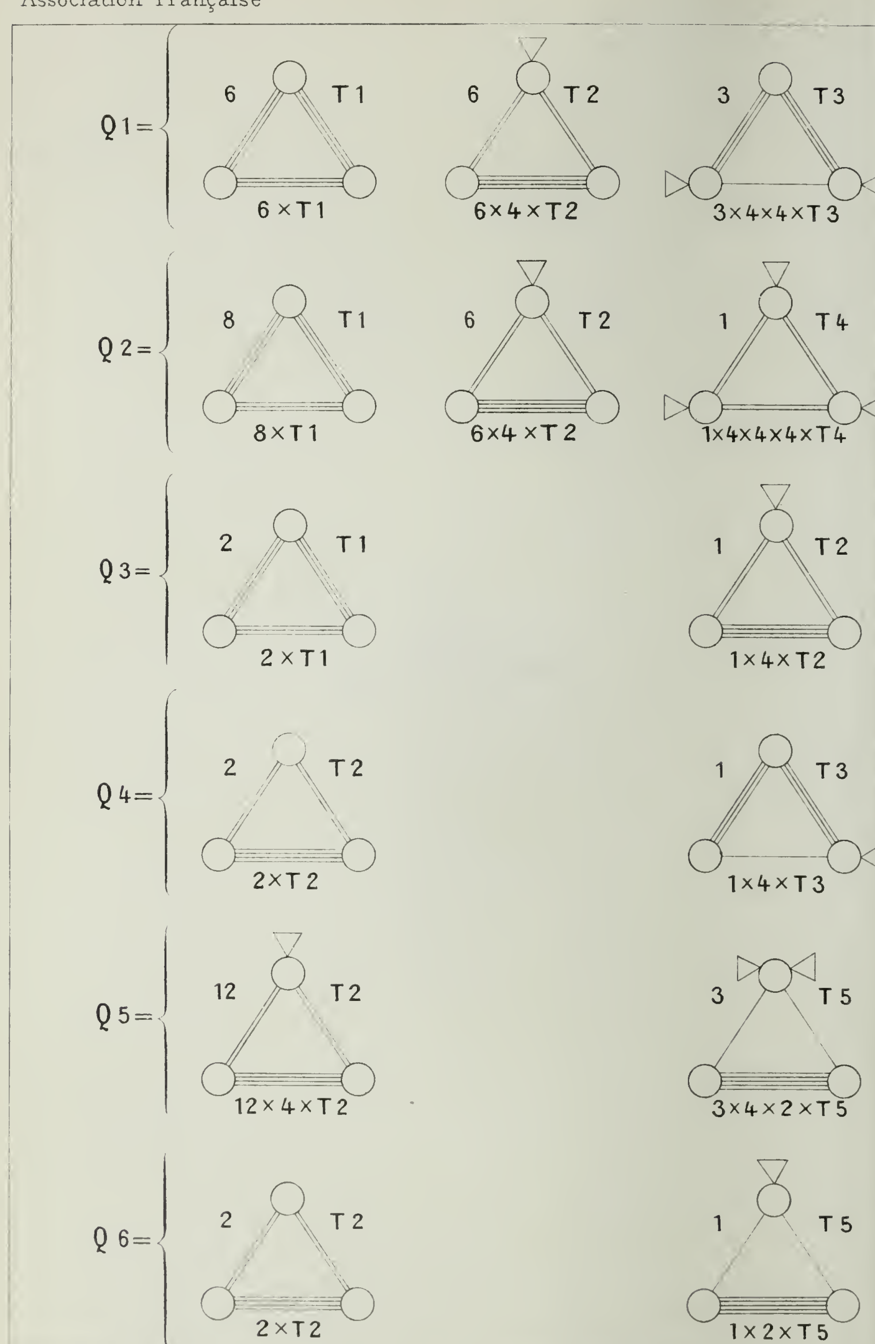
$P_3 =$ 2 Q 1 $= 2 \times Q1$; 1 Q 2 $= 1 \times Q2$

$P_4 =$ 2 Q 1 $= 2 \times Q1$; 1 Q 5 $= 1 \times Q5$

Paris, Lith. Lemercier et Cie




LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS



Gravé par E. Morieu, 45 r. Vavin, Paris.

T 1 = { 6 D 1: $6 \times D1$; 9 D 2: $9 \times 4 \times 4 \times D2$ }

T 2 = { 2 D 1: $2 \times D1$; 1 D 2: $1 \times 4 \times 4 \times D2$ }

T 3 = { 3 D 2 = $3 \times 4 \times D2$ }

T 4 = { 2 D 2: $2 \times D2$; 1 D 3: $1 \times 2 \times 2 \times D3$ }

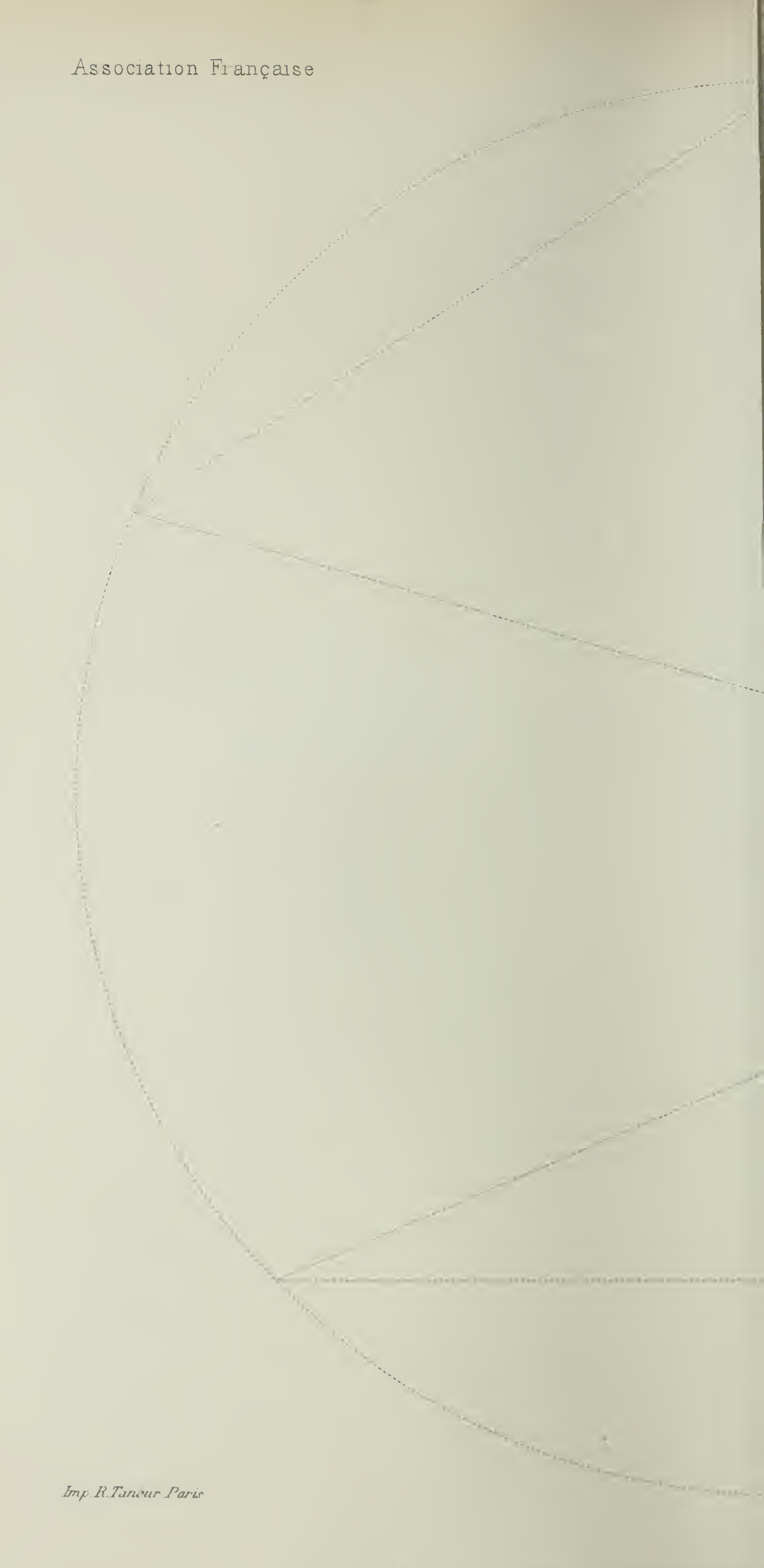
T 5 = { 1 D 1 = D 1 }

$D1 = 2 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 240$

$D2 = 2 \times 3 \times 2 \times 1 = 12$

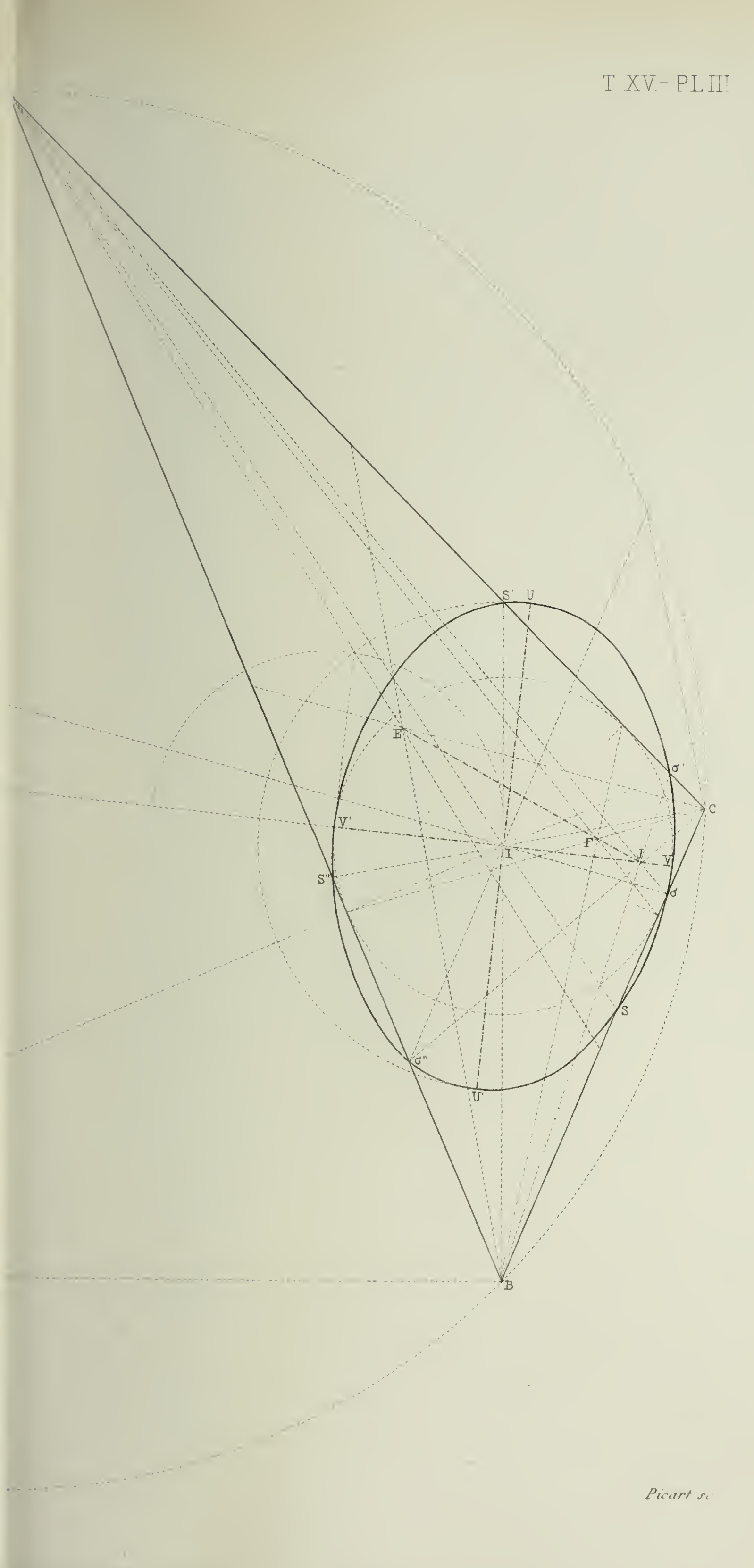
$D3 = 2 \times 1 = 2$

Paris. Lith. Lemercier et Cie



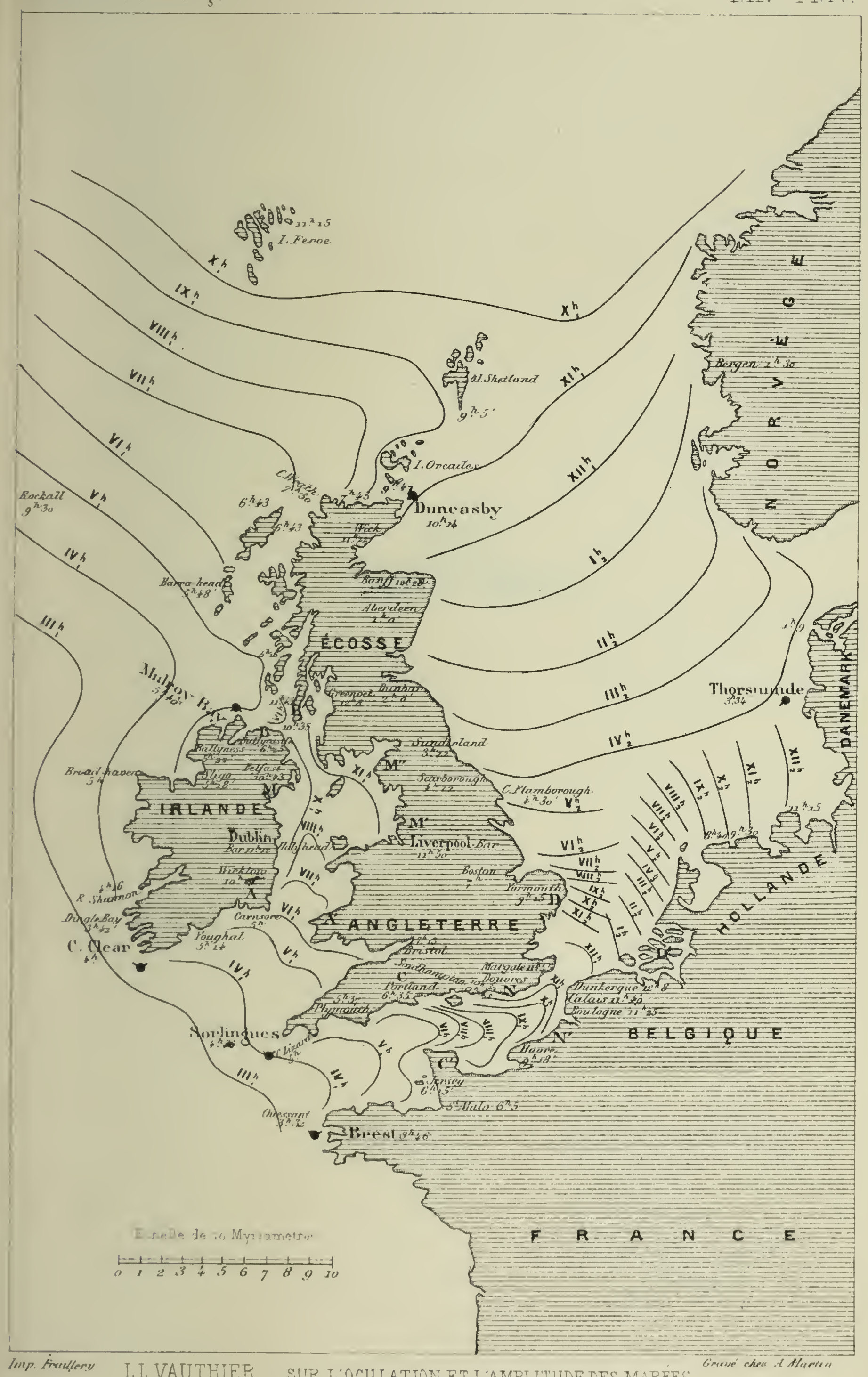
Imp. R. Taneur Paris

G. DE LONGCHAMPS — UNE CONIQUE



Picart sc.

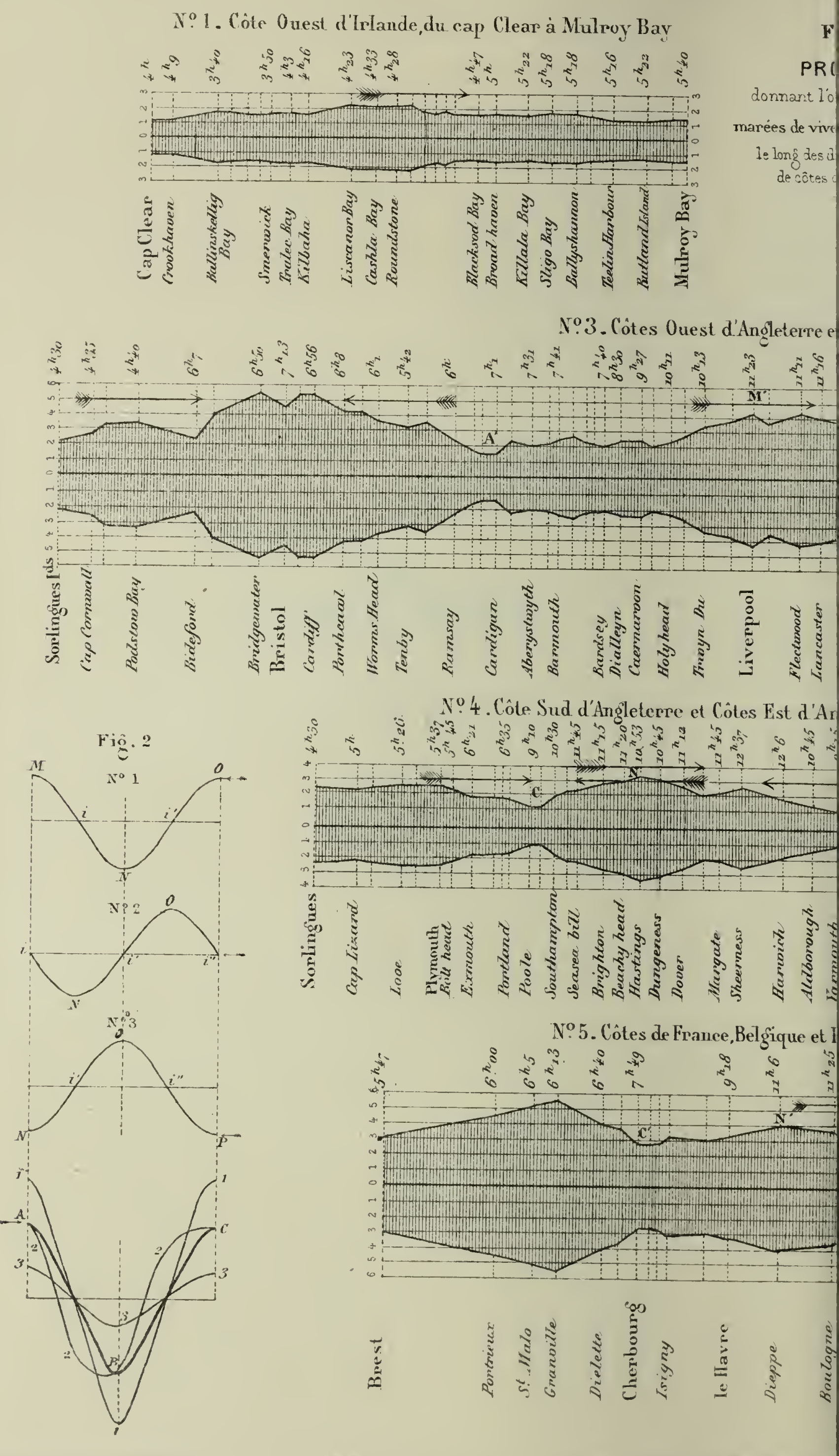
REMARQUABLE DU PLAN D'UN TRIANGLE.

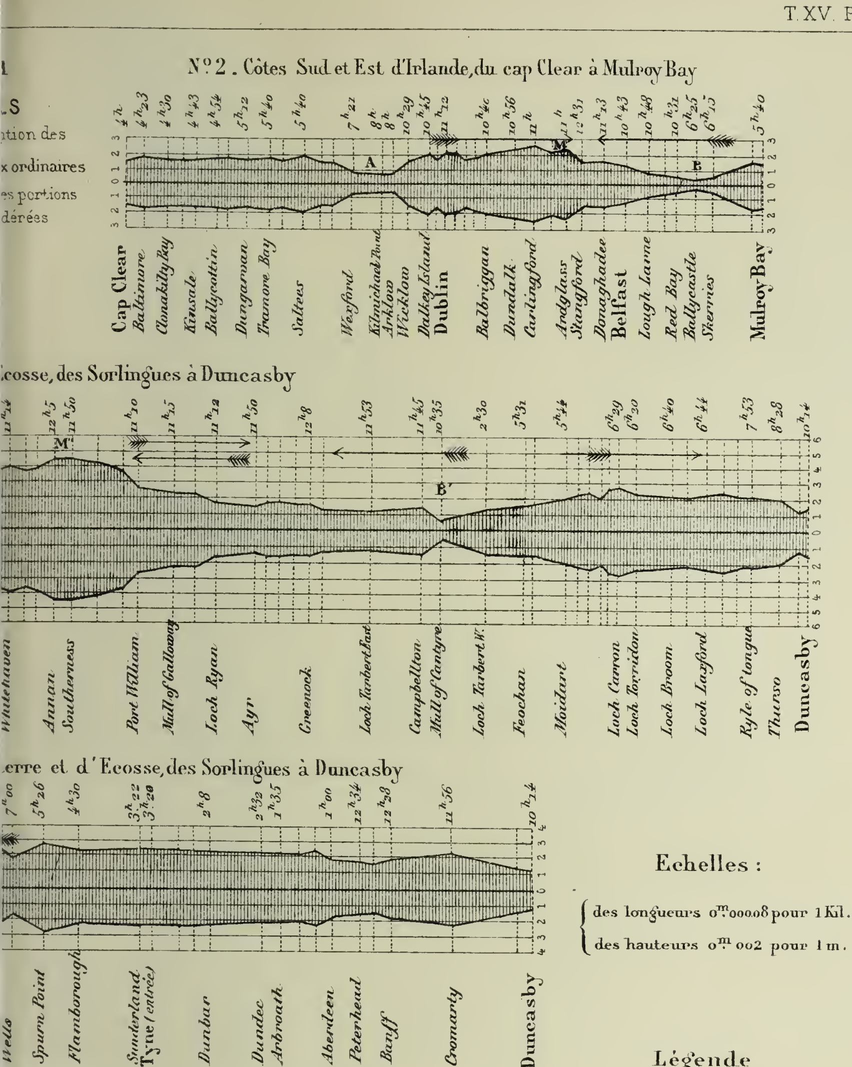


Imp. Fraillery — Gravé chez A. Martin

L. L. VAUTHIER — SUR L'OCILLATION ET L'AMPLITUDE DES MARÉES DANS LES MERS N.O. DE L'EUROPE




N° 1. Côte Ouest d'Irlande, du cap Clear à Mulroy Bay
Cap Clear
Crookhaven
Ballinskellig Bay
Smerwick
Tralee Bay
Kilbaha
Liscanor Bay
Cashla Bay
Roundstone
Blacksod Bay
Broad haven
Killala Bay
Sligo Bay
Ballyshannon
Teelin Harbour
Rutland Island
Mulroy Bay
PR
donnant l'o
marées de vive
le long des d
de côtes
N° 3. Côtes Ouest d'Angleterre e
Sorlingues Iles
Cap Cornwall
Padstow Bay
Bideford
Bridgewater
Bristol
Cardiff
Porthcawl
Worms Head
Tenby
Ramsay
Cardigan
Aberystwyth
Barmouth
Bardsey
Diallyn
Caernarvon
Holyhead
Liverpool
Fleetwood
Lancaster
N° 4. Côte Sud d'Angleterre et Côtes Est d'An
Sorlingues
Cap Lizard
Looe
Plymouth
Bolt head
Exmouth
Portland
Poole
Southampton
Selsea bill
Brighton
Beachy head
Hastings
Dungeness
Dover
Margate
Sheerness
Harwich
Aldborough
Fig. 2
N° 1
N° 2
N° 3
N° 5. Côtes de France, Belgique et
Brest
Portrieux
St. Malo
Granville
Dielette
Cherbourg
Isigny
le Havre
Dieppe
Boulogne



...nde, de Brest à Thorsminde (DANEMARK)

Dunkerque, Ostende, Terneuse (Escaut), Feu de Goerée, Noordwyk, Texel, Terschelling, Norderney, Wangeroog, Eider (entrée), Amrum, Sönderho, Nymindegab, Thorsminde

Légende

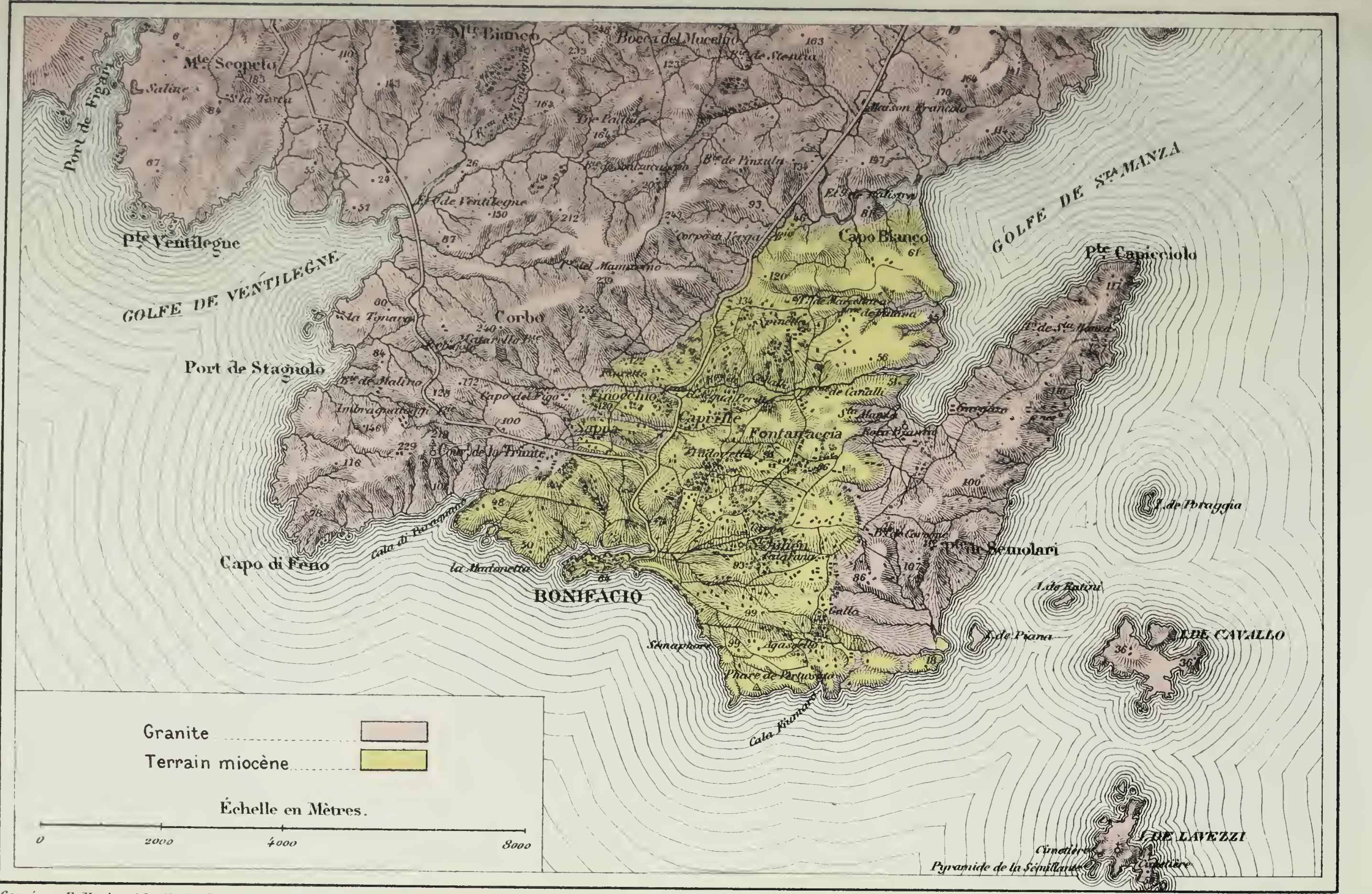
Les oscillations des marées en chaque point sont celles des vives eaux ordinaires, telles qu'elles sont données par les tide-tables anglais.

La ligne médiane qui partage en deux les oscillations diffère probablement plus ou moins de l'horizontale, ainsi que cela a été constaté sur les côtes de France.

Les flèches indiquent le sens dans lequel la marée se propage.

Les points extrêmes des profils sont signalés sur la carte par le signe suivant ❦

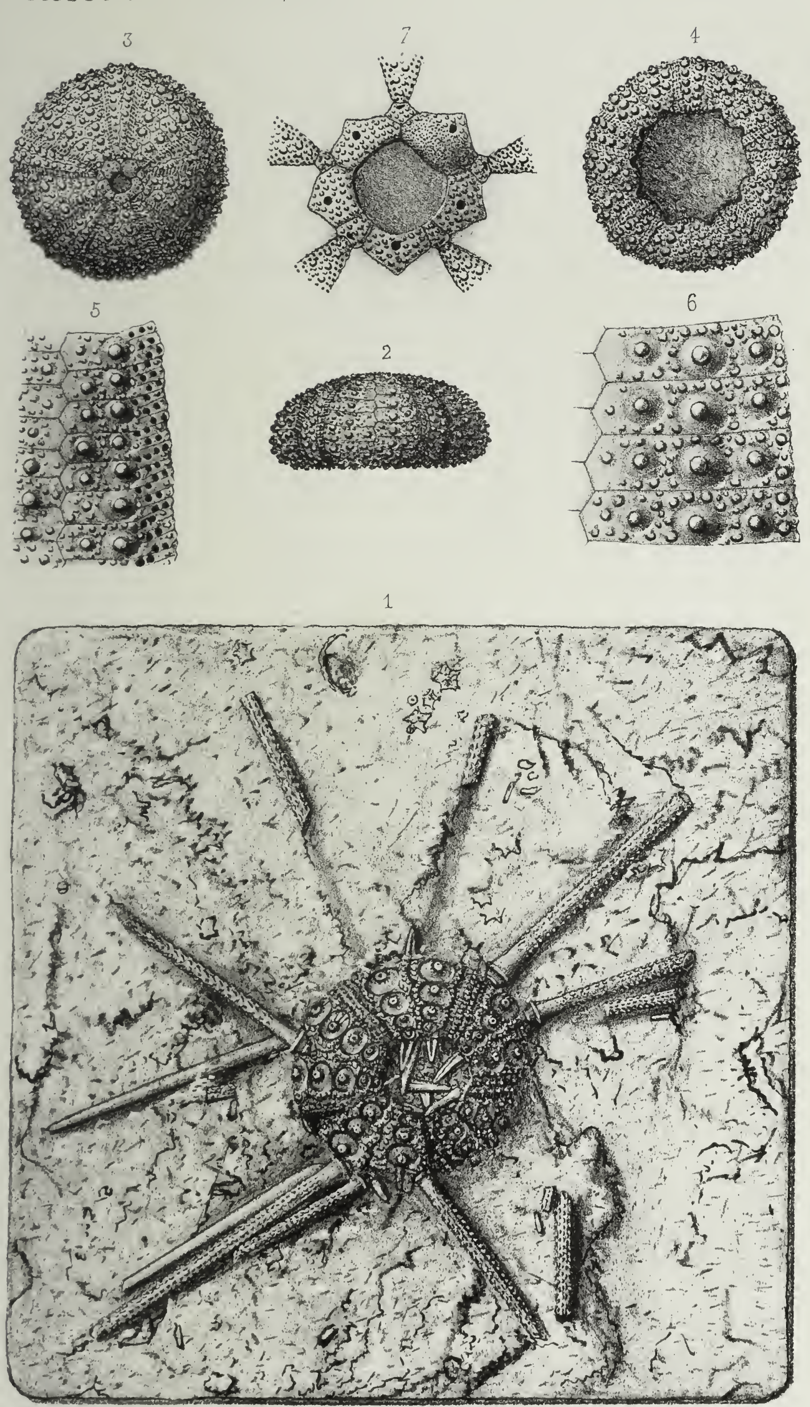
Imp. Fraillery



Gravé par E. Morieu. 45 r. Vavin. Paris.

Paris, Lith. Lemercier et Cie

PÉRON — CARTE GÉOLOGIQUE DE LA CORSE.



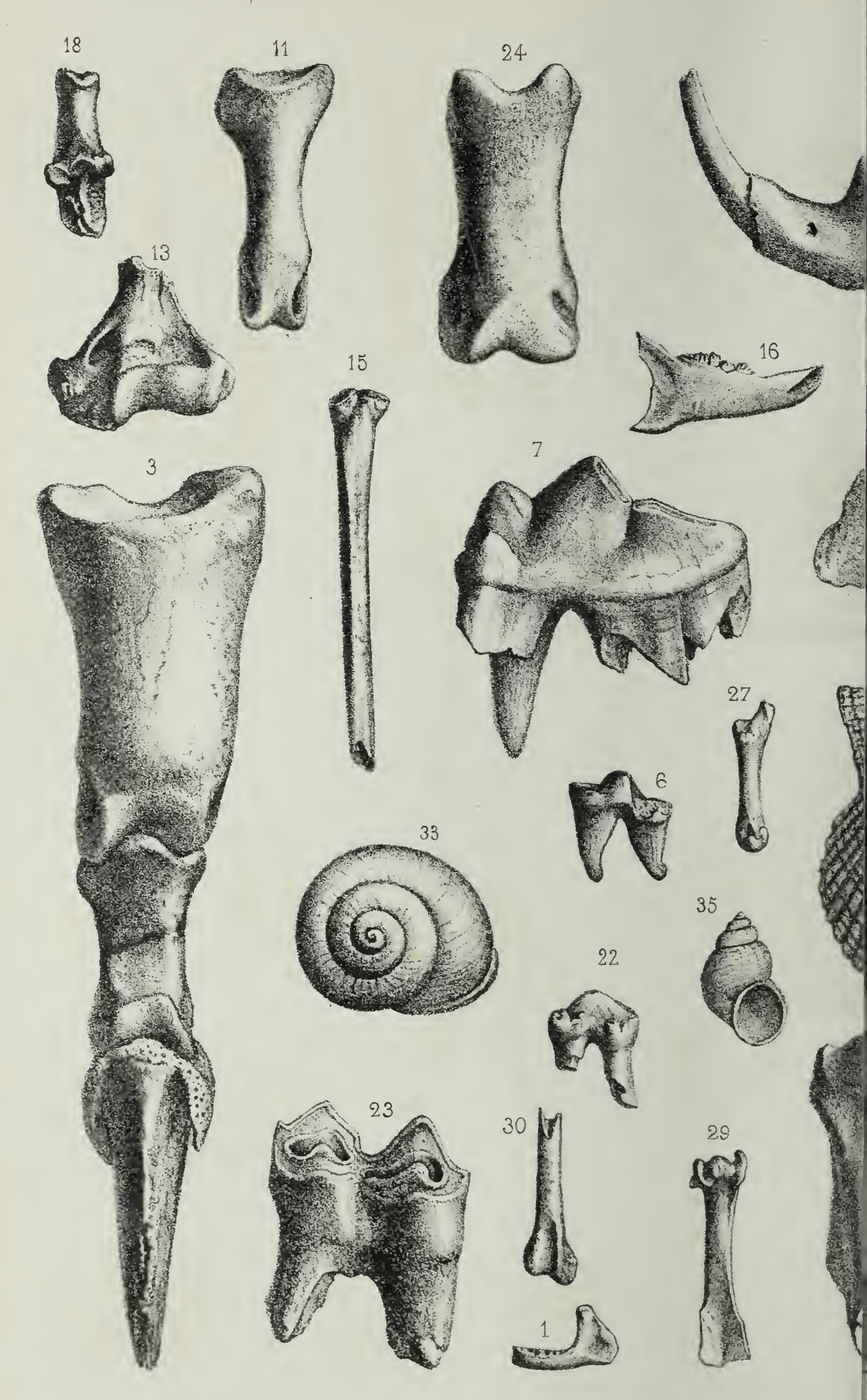
Imp. Becquet fr. Paris

G. COTTEAU. ÉCHINIDES JURASSIQUES DE LA LORRAINE.

1. Cidaris Zschokkei. Desor. Bajocien.
2. 7 Stomechinus Ristoni. Cotteau id.

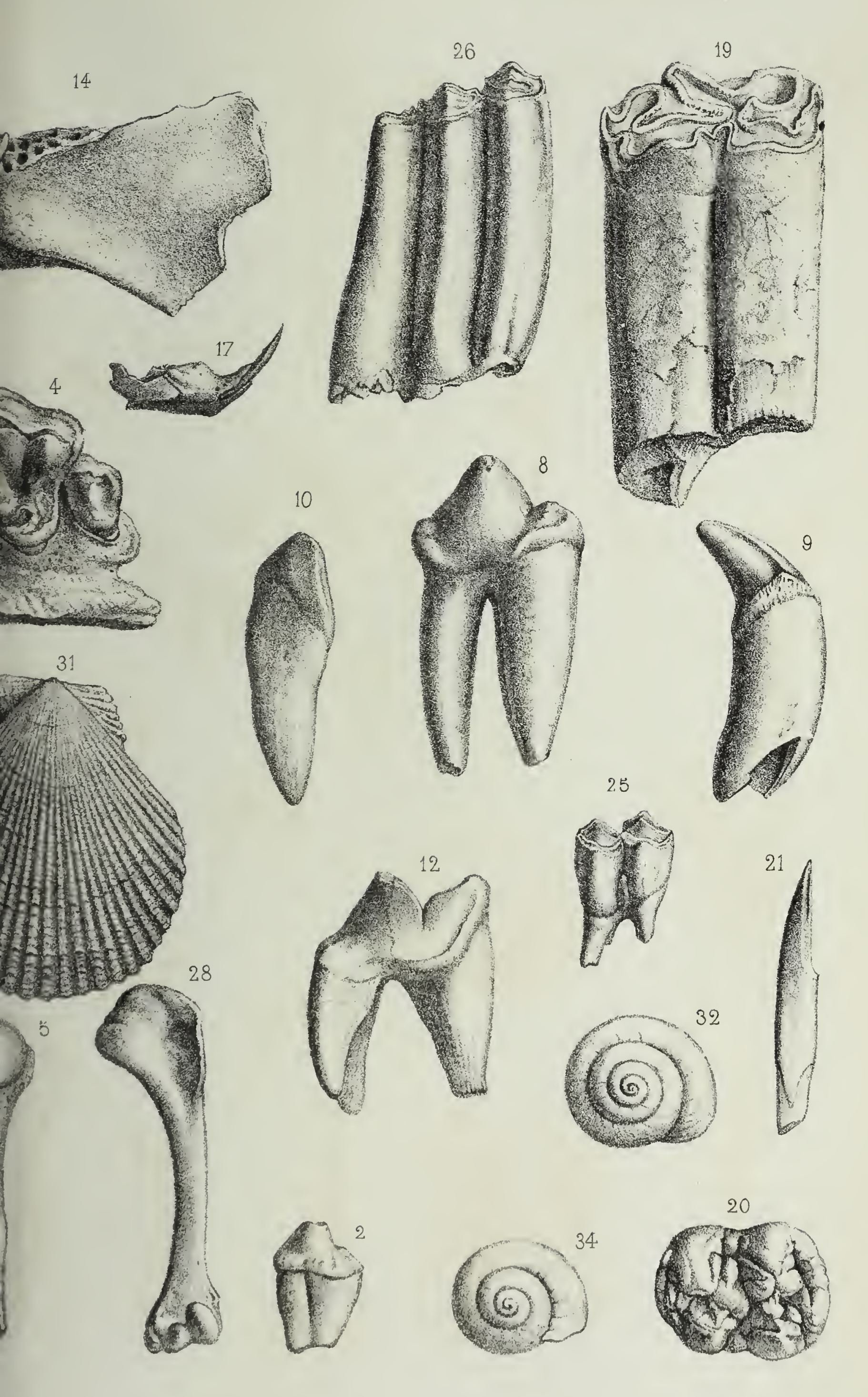


Association Française.



Delahaye ad. nat del et lith

ÉMILE RIVIÈRE _ FAUNE

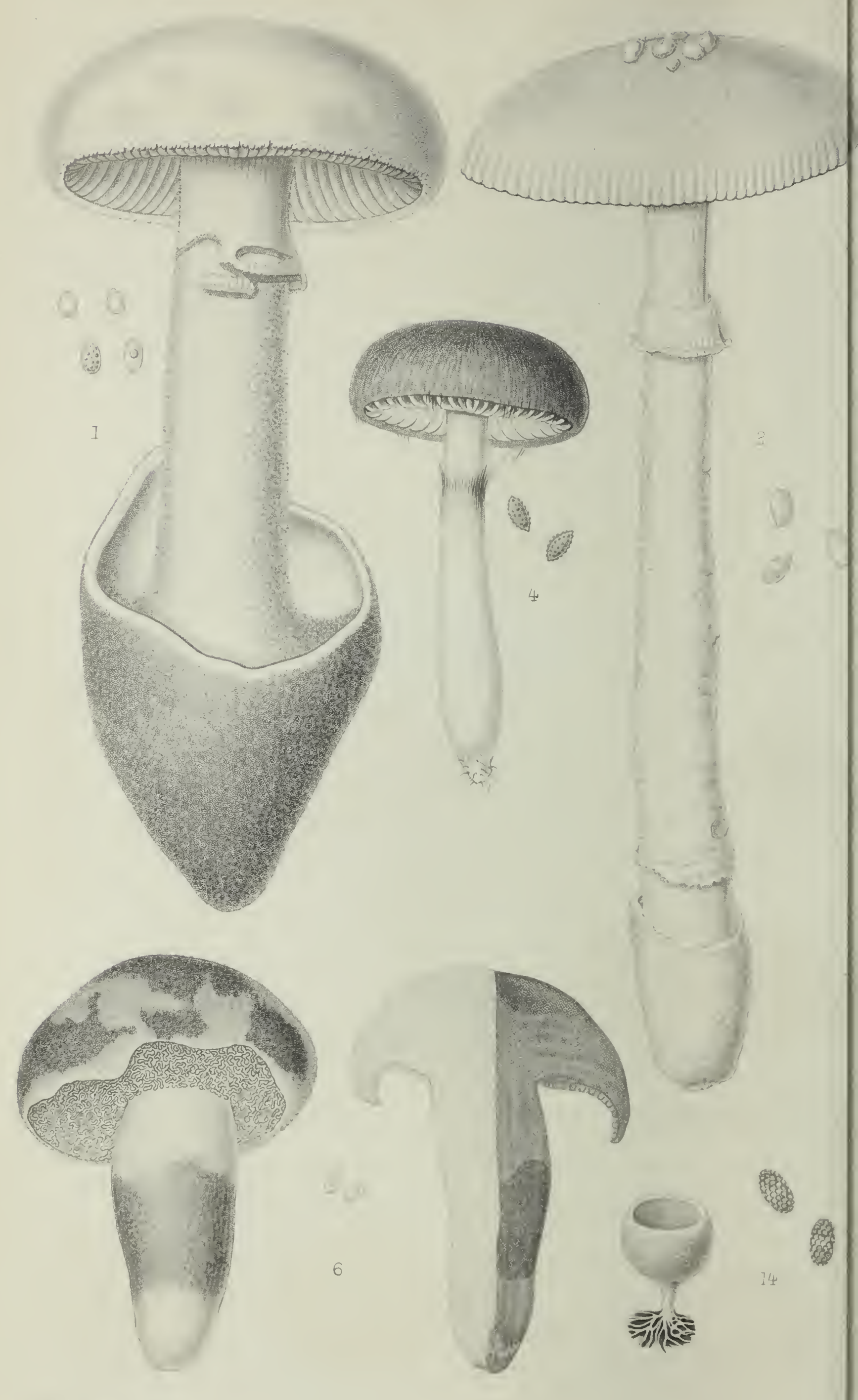


Imp. Lemercier Paris

LA GROTTE DES CERBAÏ

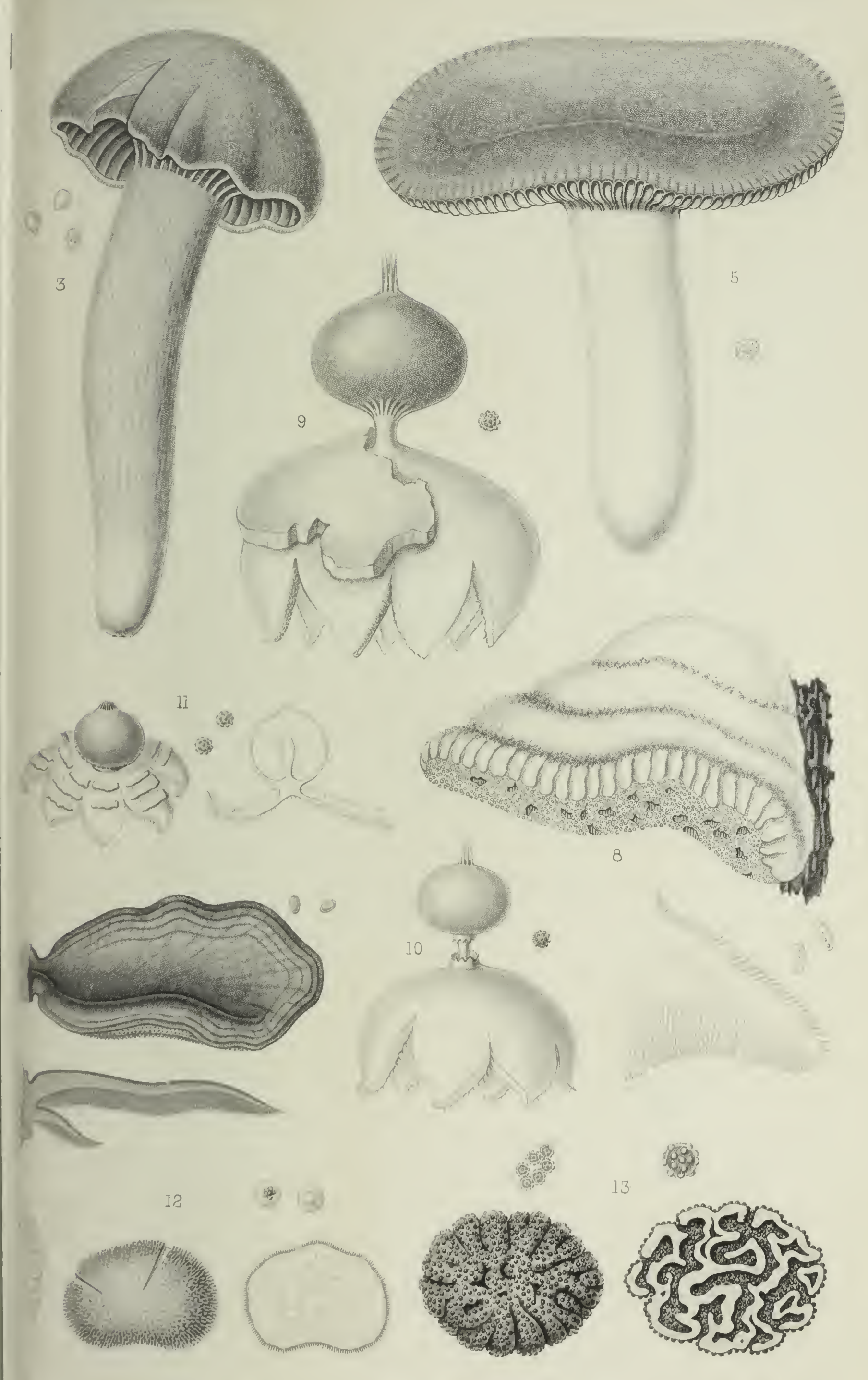






L Quelet del

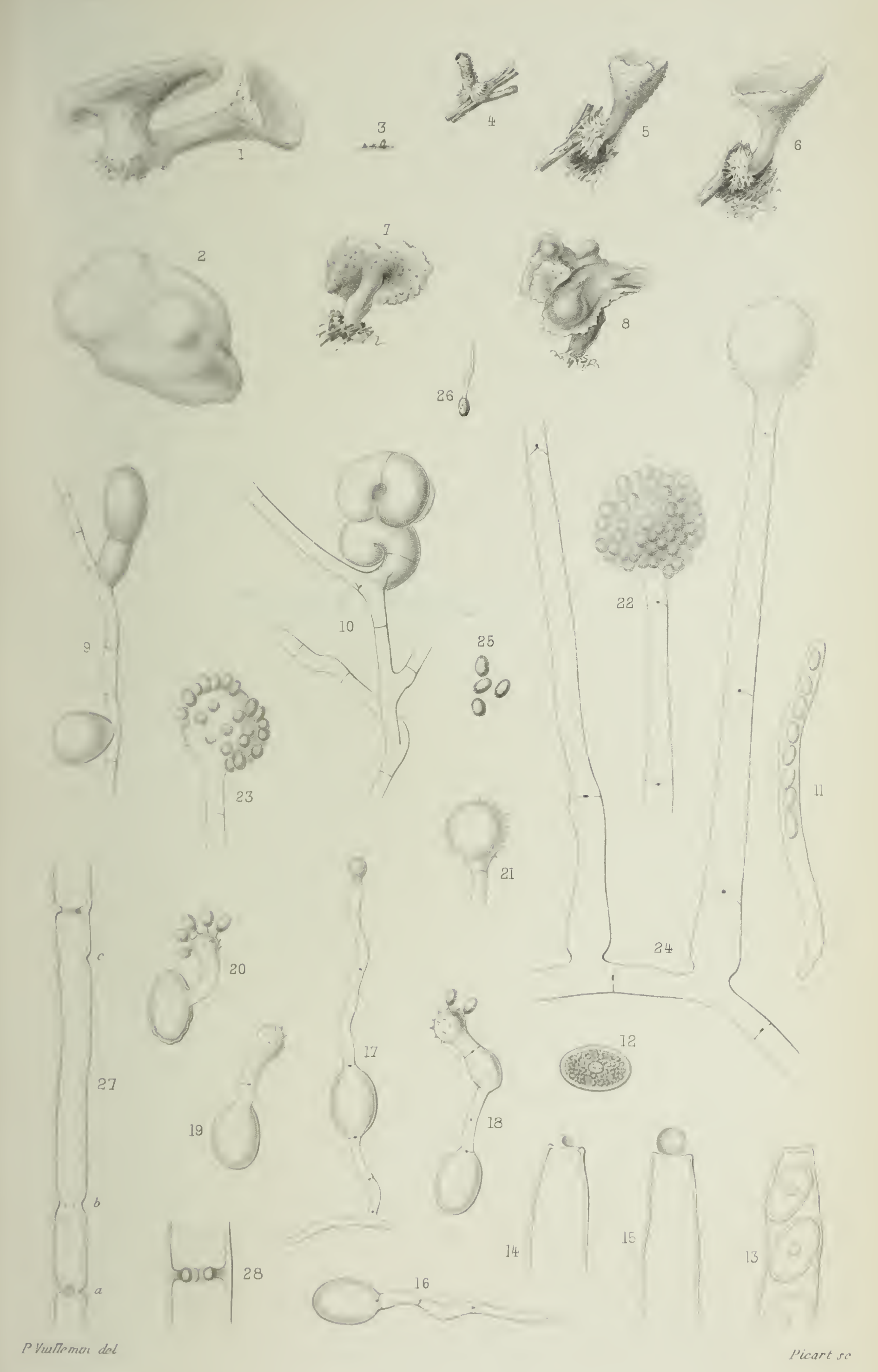
L QUELET _ QUELQUES ESPÈCES CRITIQUES OU



Picart sc

...UVELLES DE LA FLORE MYCOLOGIQUE DE LA FRANCE

...r Paris

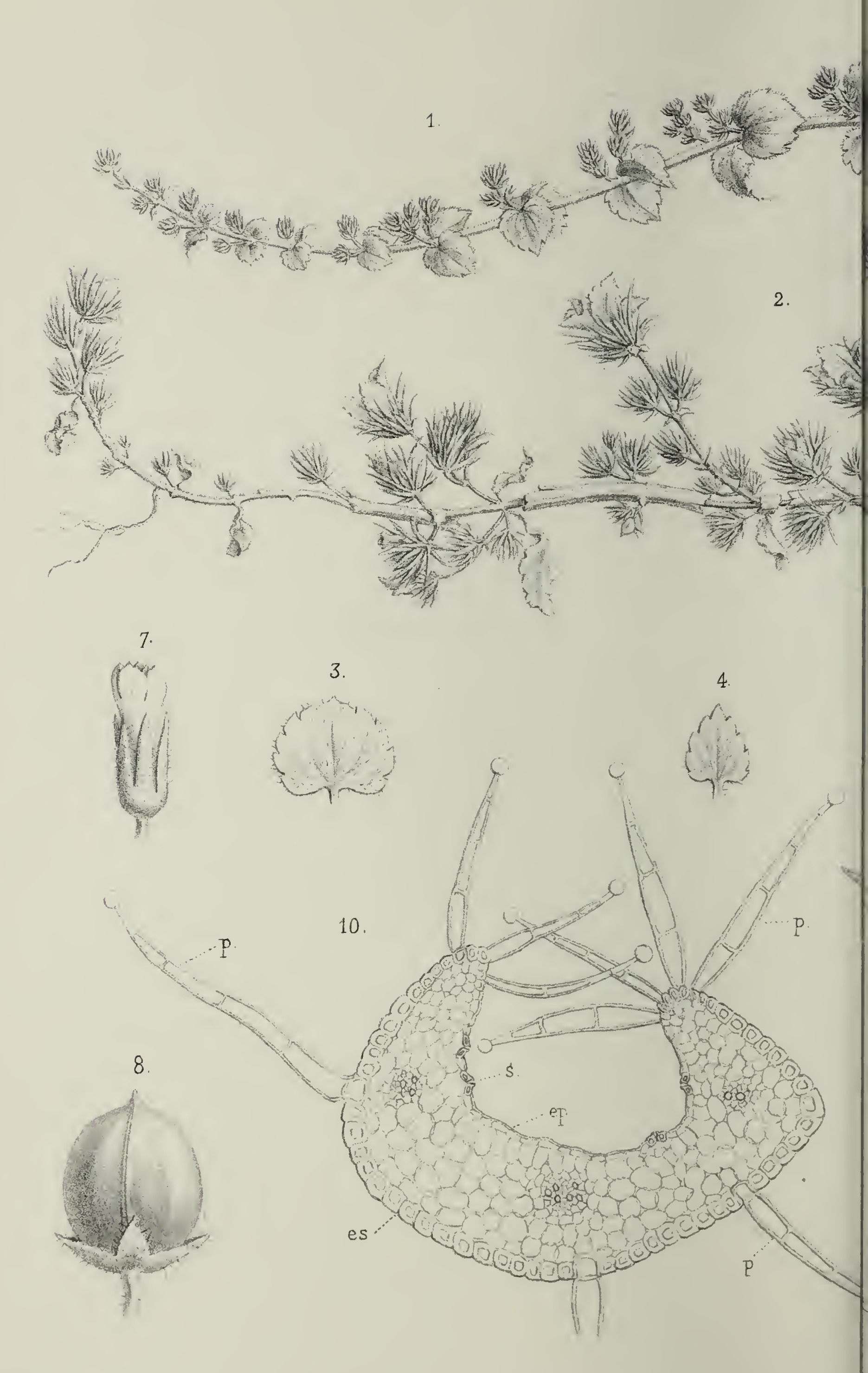


P. Vuillemin del.

Picart sc.

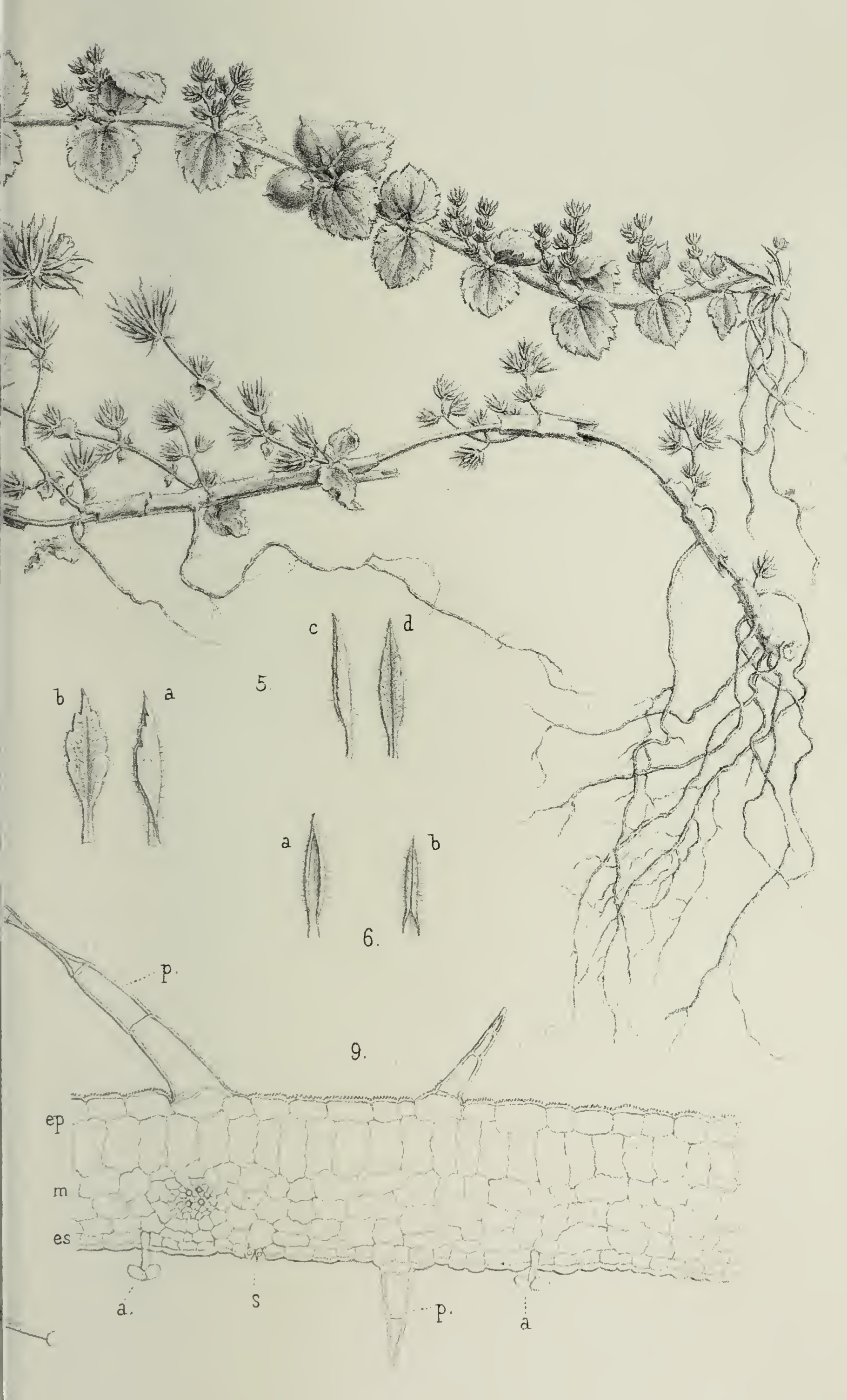
Dr P. VUILLEMIN. SUR LE POLYMORPHISME DES PEZIZES

Imp. R. Taneur Paris



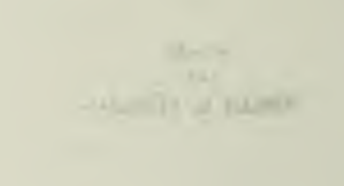
P. M. et Jobin apud nat. del.

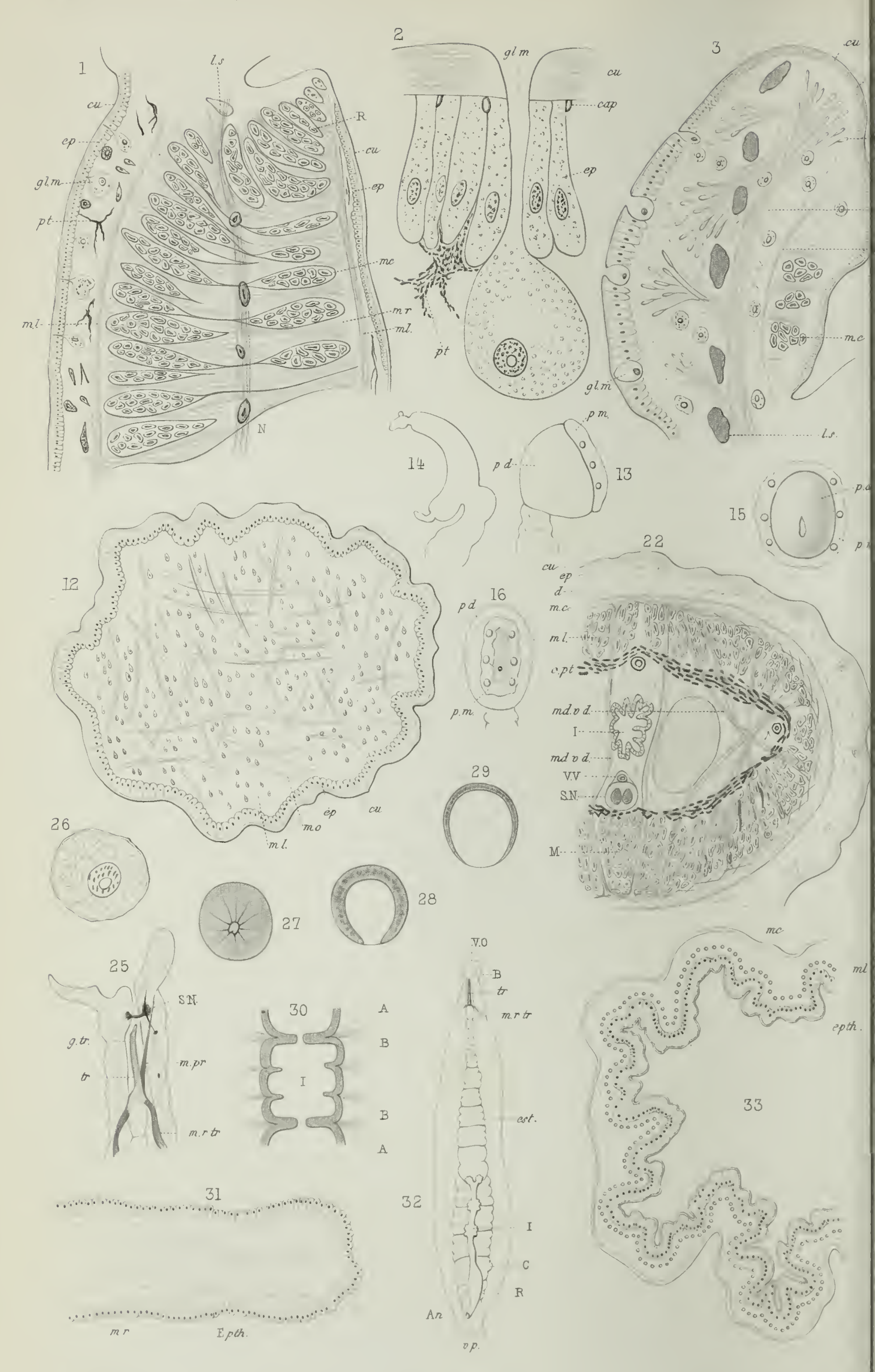
P. MAURY. — Sur le mode de végétatio



Imp. Becquet fr. Paris.

de l'"Hemiphragma heterophyllum" Wall.

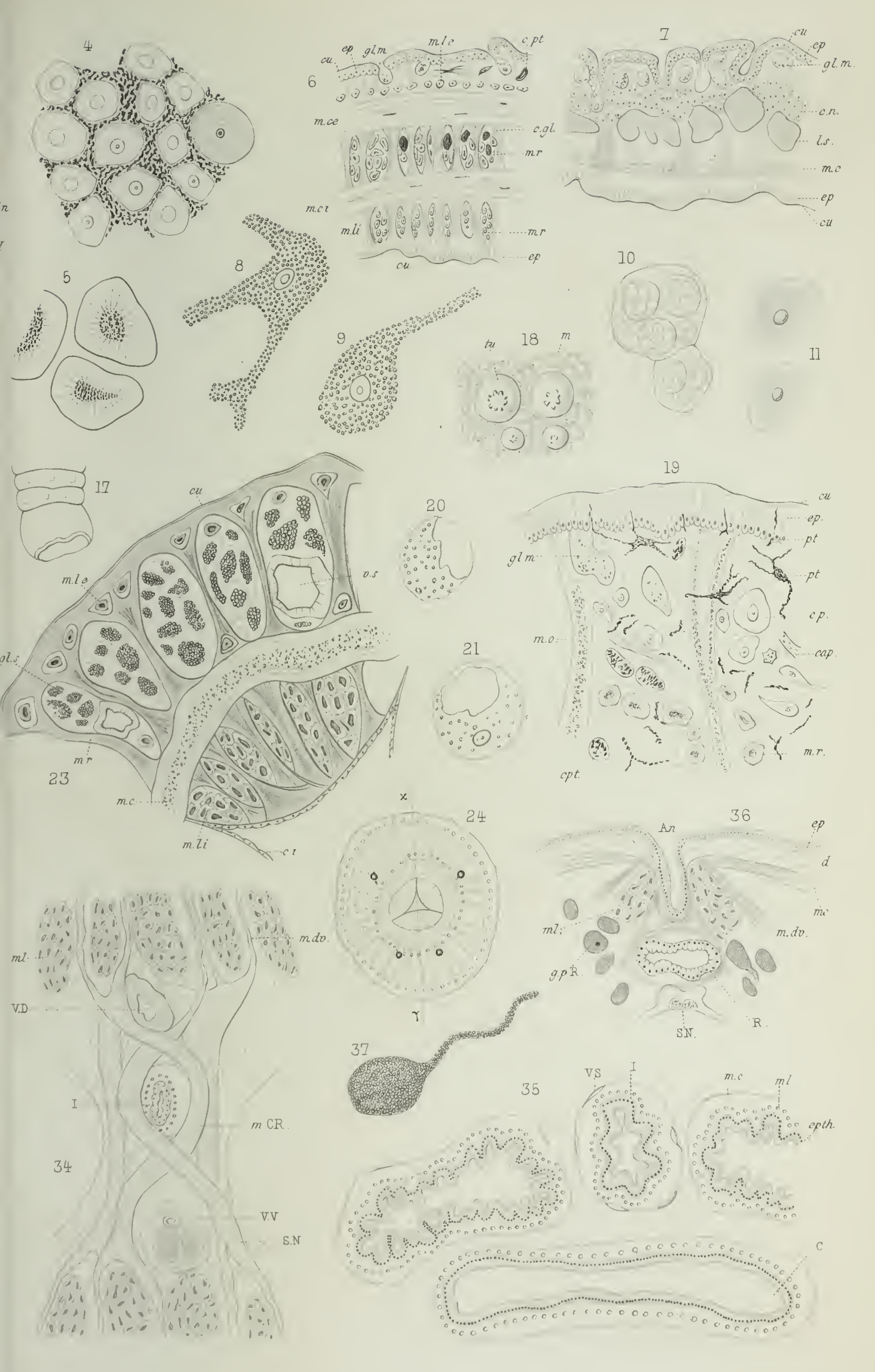




Dutilleul ad nat. del

G. DUTILLEUL _ RECHERCHES ANATOMIQUES ET

Imp. R



Picart sc

HISTOLOGIQUES SUR LA PONTOBDELLA MURICATA

r. Paris

Fig. 1

v

v

v

Fig. 2

v

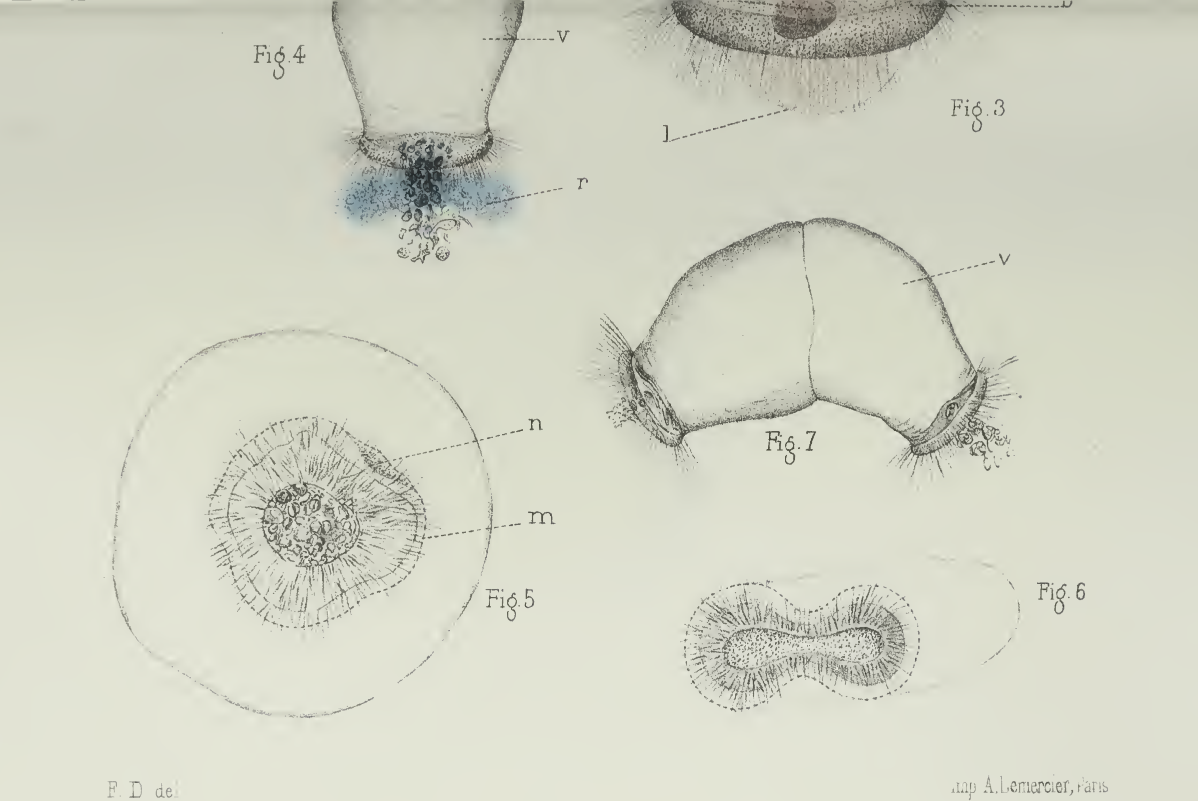
d

b

al

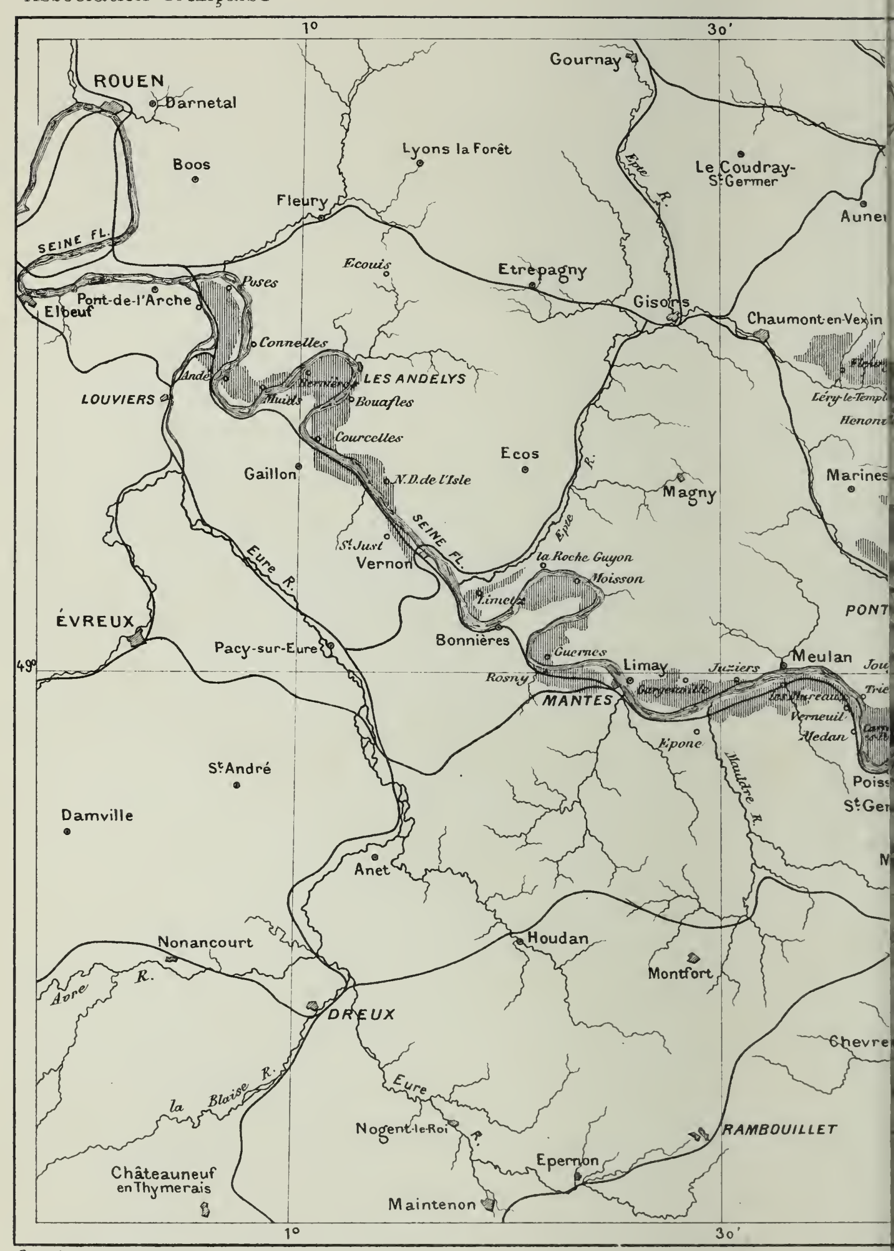
d

m



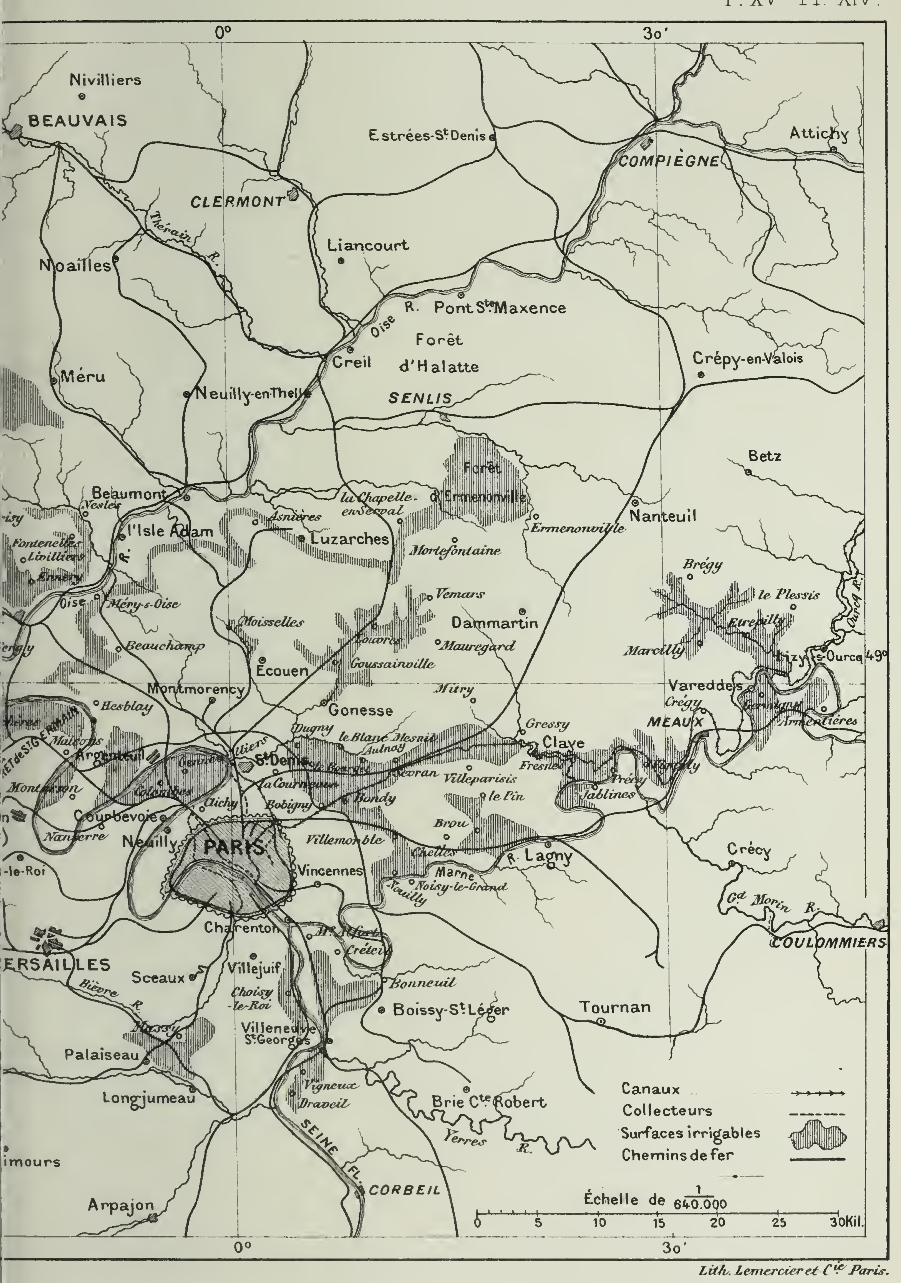
FABRE-DOMERGUE ___ POMPHOLYXIA SIPUNCULI

Association Française



Gravé par E. Morieu 45 r. Vavin, Paris.

A. CARNOT —— CHOIX DES TERRAINS DESTINÉ



Lith. Lemercier et Cie Paris.

À RECEVOIR LES EAUX D'ÉGOUT DES VILLES.

RÉPARTITION DE

LA TAILLE

chez les populations sédentaires en Tunisie
par le Dr. R. COLLIGNON _ 1883-86

[Gravé] par J. Jérome. Paris, Imp. Monrocq.

Taille moyenne des Tunisiens 1m 663

1103 sujets masculins de 21 à 30 ans.

Tailles inférieures à 1m 649

de 1m 65 et 1m 66

de 1m 67 et au dessus

ssociation Française. T.XV. Pl.XVI.

RÉPARTITION DE L'INDICE CÉPHALIQUE

chez les populations sédentaires en Tunisie

par le Dr R. COLLIGNON_1883-86

M É D I T E R R A N É E

GOLFE DE TUNIS

GOLFE DE HAMMAMET

GOLFE DE GABÈS

Steppes désertes

Hauts Plateaux

Régions Parcourues presque par des nomades

par J. Jérome.

Paris, Imp. Monrocq.

Indice céphalique moyen du pays 76.66_ (1334 sujets)

Indices de 73 et 74 ___

" " 75 et 76 ___

Indices de 77 et 78 ___

" " 79 et supra ___

RÉPARTITION DE

L'INDICE NASAL

chez les populations sédentaires en Tunisie
par le Dr. R. COLLIGNON _ 1883-86

Association Française. T.XV. Pl.XVII.



Indice nasal moyen des Tunisiens 70.23 _ (1334 sujets)

Indices de	
65.0 à 69.9	(rose)
70.0 à 74.9	(vert clair)
75.0 à 79.9	(vert foncé)

CARTE ETHNOGRAPHIQUE
des populations sédentaires de Tunisie
par le Dr R. COLLIGNON _1883-86

MÉDITERRANÉE
Bizerte
Tunis
Golfe de Tunis
Golfe de Hammamet
Golfe de Gabès
Sousse
Monastir
Kairouan
Sfax
Gabès
Gafsa
Tozeur
Le Kef
Béja
Bône
la Calle
Tebessa
Souk Ahras
Ellèz
Zaghouan
Nebeul
Hammamet
Méhédiah
I. de Djerba
Iles Kerkenna
Chott el Djerid
Chott el Fedjedj
Chott el Rharsa
Hauts Plateaux presque désertes
Régions parcourus par des nomades
Steppes désertes des nomades
Plateau des Matmatas Troglodytes
Djebel Orbata
Djebel Cherb

Gravé par J. Jérome. Paris, Imp. Monrocq.

Brachycéphales
Type d'Ellèz
Blonds (en quantité appréciable)
Nègres id ++++
Dolichocéphales Leptorhiniens
Type des Oasis
Monuments mégalithiques π
Stations préhistoriques
Objets en silex isolés

